



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
DEPARTAMENTO DE NEUROPSIQUIATRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

LUCAS EDUARDO RODRIGUES DOS SANTOS

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO POR BATIMENTOS BINAURAIS E DE
EXERCÍCIOS AUTOSSELECIONADOS NAS RESPOSTAS INTEROCEPTIVAS E
PERCEPTUAIS DE INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE DEPRESSÃO**

Recife

2024

LUCAS EDUARDO RODRIGUES DOS SANTOS

**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO POR BATIMENTOS BINAURAIS E DE
EXERCÍCIOS AUTOSSELECIONADOS NAS RESPOSTAS INTEROCEPTIVAS E
PERCEPTUAIS DE INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE DEPRESSÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Neurociências.
Área de concentração: Neurociências

Orientador (a): Tony Meireles dos Santos

Recife
2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Santos, Lucas Eduardo Rodrigues dos.

Efeitos da estimulação por batimentos binaurais e de exercícios autosselecionados nas respostas intereroceptivas e perceptuais de indivíduos com sintomas de depressão / Lucas Eduardo Rodrigues Dos Santos. - Recife, 2024.

142f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, 2024.

Orientação: Tony Meireles dos Santos.

1. Interocepção; 2. Batimentos binaurais; 3. Sintomas depressivos; 4. Exercício autosselecionado; 5. Treinamento de força. I. Santos, Tony Meireles dos. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

CDD 616.8

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCAS EDUARDO RODRIGUES DOS SANTOS

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO POR BATIMENTOS BINAURAIS E DE EXERCÍCIOS AUTOSSELECIONADOS NAS RESPOSTAS INTEROCEPTIVAS E PERCEPTUAIS DE INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE DEPRESSÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Neurociências.
Área de concentração: Neurociências

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Tony Meireles dos Santos

Universidade Federal de Pernambuco

Professora Dra. Kátia Karina do Monte Silva Machado

Universidade Federal de Pernambuco

Professor Dr. Hassan Mohamed Elsangedy

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Professor Dr. Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Professor Dr. Flávio de Oliveira Pires

Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para o meu processo de formação.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, professor Dr. Tony Meireles dos Santos, que nos últimos sete anos, desde o início do mestrado, foi peça fundamental para enorme aprendizado acadêmico, profissional e pessoal que pude ter.

Agradeço também o apoio de toda a minha família. Em especial nas figuras da minha mãe (Maria da Assunção), filha (Maria Júlia) e namorada (Thaís Buarque), que de forma mais presente me proporcionaram um ambiente de tranquilidade para a condução da minha vida.

Agradeço aos professores que contribuíram enormemente na minha formação desde a escola até a pós-graduação.

Às amigas feitas ao longo do processo. Em especial, aos colegas do Núcleo de Investigação em Performance e Saúde: Izaildo Oliveira, Edilaine Diniz, Catarina Monteiro, Bruna Mesquita, Izabela Leal, Maria Eduarda, Conceição Damascena, Lucas Veríssimo, Amanda Teixeira, Maria Amanda, Ariel Nascimento, Weydyson Anastácio, Higo Paraíso, Eduardo Magalhães, Monica Rocha e tantos outros.

Agradeço bastante a todos os voluntários de todas as pesquisas que foram conduzidas durante o período de doutorado. E aos monitores do projeto MoviMente: Eduardo Nunes, Ialy Fernanda, Maria Priscila, Mirela Ferreira e Suellen Silva, que de forma bastante competente atuaram no auxílio as coletas de dados.

Por fim, PST!

“[...] Eterno símbolo de orgulho é o pavilhão. De listras pretas e vermelhas, com o leão. Erguendo, imponente, o imortal escudo. Mostrando a gente que o Sport é tudo [...]” (PEREIRA, E. E., 1998).

RESUMO

A presente tese contém três estudos originais que buscaram investigar de forma conjunta as influências da estimulação por batimentos binaurais (BB) e do exercício de força com intensidade autosselecionada nas respostas interoceptivas de adultos com sintomas de depressão. Inicialmente foi conduzido um estudo de confiabilidade do teste de contagem dos batimentos cardíacos (TCBC), que mede a interocepção. Trinta e um voluntários participaram da pesquisa que teve duas visitas ao laboratório, com intervalo de 24 horas entre elas. Foi encontrado que o TCBC apresentou bons índices de confiabilidade relativa e absoluta para as medidas de acurácia interoceptiva (AcI), através das métricas de coeficiente de correlação intraclass (CCI = 0,880; $p < 0,001$), erro padrão da medida (EPM = 0,263) e diferença mínima detectável (DM = 0,728). O segundo estudo foi um desenho experimental, com característica aguda, e testou se a estimulação por BB nas frequências beta (20 Hz) e gama (40 Hz) influenciaram de forma imediata na interocepção dos participantes com sintomas de depressão. Cinquenta e dois voluntários participaram da pesquisa, em visita única ao laboratório, e foram submetidos a um protocolo com estimulação por BB, em ordem randomizada, intercalados com TCBC. Os resultados demonstraram que a estimulação por BB nas frequências beta e gama não impactaram nas respostas interoceptivas de AcI [$\chi^2_{(2)} = 4,868$; $p = 0,088$] e sensibilidade interoceptiva (SeI) [$\chi^2_{(2)} = 3,767$; $p = 0,152$]. Por fim, foi conduzido um ensaio clínico randomizado, com delineamento *crossover* e 12 semanas de duração. O objetivo foi investigar se o treinamento de força com intensidade autosselecionada em conjunto com estimulações por BB influenciava os sintomas de depressão e as respostas interoceptivas de adultos. Vinte e nove participantes foram inicialmente divididos em grupos de: a) somente exercício (EX); e b) exercício mais estimulação por BB (EX+BB). No meio da intervenção, foi realizada uma troca nas condições alocadas no início do estudo. Os resultados demonstraram que houve uma diminuição significativa nos sintomas de depressão ao longo de 6 semanas ($9,34 \pm 5,84$ u.a.) e 12 semanas ($8,52 \pm 5,85$ u.a.), em comparação com o momento pré intervenção ($13,69 \pm 7,33$ u.a.). Também foram encontradas diferenças significativas mostrando que houve melhoras na AcI ao longo do tempo [$F_{(1.966; 45.222)} = 5,995$; $p = 0,005$; $\eta_p^2 = 0,207$] e entre os grupos [$F_{(1; 23)} = 5,073$; $p = 0,034$; $\eta_p^2 = 0,181$]. Conclui-se então que o exercício de força autosselecionado parece impactar positivamente os sintomas de depressão e as respostas interoceptivas.

Palavras-chave: Interocepção, batimentos binaurais, sintomas depressivos, exercício autosselecionado, treinamento de força.

ABSTRACT

This thesis contains three original studies that sought to jointly investigate the influences of binaural beat stimulation (BB) and resistance exercise with self-selected intensity on the interoceptive responses of adults with symptoms of depression. Initially, a reliability study of the heartbeat count test (HCT), which measures interoception, was conducted. Thirty-one volunteers participated in the research, which had two visits to the laboratory, with an interval of 24 hours between them. It was found that the HCT presented good relative and absolute reliability indices for the interoceptive accuracy (IAcc) measures, through the intraclass correlation coefficient ($ICC = 0.880$; $p < 0.001$), standard error of the measurement ($SEM = 0.263$) and minimum detectable difference ($MD = 0.728$). The second study was an experimental design, with an acute characteristic, and tested whether BB stimulation at the beta (20 Hz) and gamma (40 Hz) frequencies immediately influenced the interoception of participants with symptoms of depression. Fifty-two volunteers participated in the research, in a single visit to the laboratory, and were submitted to a protocol with BB stimulation, in randomized order, interspersed with HCT. The results showed that BB stimulation at beta and gamma frequencies did not impact the interoceptive responses of IAcc [$\chi^2_{(2)} = 4.868$; $p = 0.088$] and interoceptive sensitivity (ISen) [$\chi^2_{(2)} = 3.767$; $p = 0.152$]. Finally, a randomized clinical trial was conducted, with a crossover design and 12 weeks of duration. The aim of this study was to investigate whether resistance training with self-selected intensity in conjunction with BB stimulation influenced depression symptoms and interoceptive responses in adults. Twenty-nine participants were initially divided into groups of: a) exercise only (EX); and b) exercise plus BB stimulation (EX+BB). In the middle of the intervention, a change was made in the conditions allocated at the beginning of the study. The results showed that there was a significant decrease in depression symptoms over 6 weeks (9.34 ± 5.84 a.u.) and 12 weeks (8.52 ± 5.85 a.u.), compared to the pre-intervention time point (13.69 ± 7.33 a.u.). Significant differences were also found, showing that there were improvements in IAcc over time [$F_{(1,966; 45,222)} = 5.995$; $p = 0.005$; $\eta^2 p = 0.207$] and between groups [$F_{(1; 23)} = 5.073$; $p = 0.034$; $\eta^2 p = 0.181$]. It is concluded that self-selected strength exercise seems to positively impact depression symptoms and interoceptive responses.

Keywords: Interoception, binaural beats, depressive symptoms, self-selected exercise, resistance training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Análises de Bland-Altman dos desfechos do teste de contagem dos batimentos cardíacos	47
Figura 2 –	Efeito dos batimentos binaurais nas respostas interoceptivas	66
Figura 3 –	Efeito dos batimentos binaurais na frequência cardíaca	67
Figura 4 –	Cinética da frequência cardíaca durante o protocolo	67
Figura 5 –	Fluxograma de etapas da pesquisa	84
Figura 6 –	Sintomas de depressão ao longo das 12 semanas de intervenção	91
Figura 7 –	Respostas interoceptivas ao longo das 12 semanas de intervenção	92
Figura 8 –	Correlações entre as variáveis do monitoramento diário durante as 12 semanas de intervenção	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Características gerais dos participantes (n = 31)	45
Tabela 2 –	Confiabilidade relativa e absoluta do teste de contagem dos batimentos cardíacos	46
Tabela 3 –	Características dos participantes (n = 52)	65
Tabela 4 –	Características dos participantes (n = 29)	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AcI	Acurácia Interoceptiva
ANOVA	Análise de variância
BB	Batimentos Binaurais
BDI	<i>Beck Depression Inventory</i>
bpm	Batimentos Por Minutos
CCI	Coefficiente de Correlação Intraclass
CoI	Consciência Interoceptiva
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
CR-10	Category ratio scale
DM	Diferença Mínima
<i>DP</i>	Desvio Padrão
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
EA	Exercícios Autosselecionados
EEG	Eletroencefalografia
EPM	Erro Padrão da Medida
EX	Grupo alocado para realizar apenas exercícios
EX+BB	Grupo alocado para realizar exercícios e estimulações por batimentos binaurais
FC	Frequência Cardíaca
GRRAS	<i>Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies</i>
IAPES	Interoceptive Attribution of Physical Effort Scale
IAS	<i>Interoceptive Accuracy Scale</i>
IC _{95%}	Intervalo de Confiança de 95%
IMC	Índice de Massa Corporal
MAIA	<i>Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
pHF	<i>High Frequency Spectral Power</i>
PHQ-9	Patient Health Questionnaire
pNN50	<i>Percentage of successive RR intervals that differ by more than 50 ms</i>
POMS	Profile of Mood States
RMSSD	<i>Root Mean Square of Successive Differences</i>
SeI	Sensibilidade Interoceptiva

TCBC	Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDBC	Teste de Discriminação dos Batimentos Cardíacos
u.a.	Unidades Arbitrárias

LISTA DE SÍMBOLOS

ex.	Exemplo
r	Coeficiente de Correlação
M	Média
ρ_0	Confiabilidade Mínima Aceitável
ρ_1	Confiabilidade Esperada
p	Significância Estatística
Hz	Hertz
g	Tamanho de Efeito de Hedge
I^2	Índice de Heterogeneidade
f	Tamanho de Efeito para ANOVA
α	Erro Alfa
β	Poder da análise
χ^2	Qui-quadrado
η_p^2	Eta parcial quadrado
kg	Quilogramas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	INTEROCEPÇÃO	19
2.1.1	Dimensões interoceptivas	20
2.1.2	Métodos de mensuração da interocepção	21
2.2	DEPRESSÃO	23
2.3	BATIMENTOS BINAURAIS	24
2.4	EXERCÍCIO FÍSICO	26
	REFERÊNCIAS	29
3	ARTIGO 1	38
3.1	RESUMO	39
3.2	INTRODUÇÃO	40
3.3	MÉTODOS	42
3.3.1	Participantes	42
3.3.2	Desenho do estudo	42
3.3.3	Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos (TCBC)	43
3.3.4	Análise estatística	43
3.4	RESULTADOS	45
3.5	DISCUSSÃO	48
3.6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
4	ARTIGO 2	58
4.1	RESUMO	59
4.2	INTRODUÇÃO	60
4.3	MÉTODOS	62
4.3.1	Participantes	62
4.3.2	Desenho do estudo	62
4.3.3	Procedimentos	63
4.3.4	Análise estatística	64
4.4	RESULTADOS	65
4.5	DISCUSSÃO	68

4.6	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS	71
5	ARTIGO 3	77
5.1	RESUMO	78
5.2	INTRODUÇÃO	79
5.3	MÉTODOS	83
5.3.1	Participantes	83
5.3.2	Desenho do estudo	83
5.3.3	Procedimentos	85
5.3.3.1	<i>Anamnese e antropometria</i>	85
5.3.3.2	<i>Avaliação psicológica</i>	86
5.3.3.3	<i>Perfil interoceptivo</i>	86
5.3.3.4	<i>Monitoramento diário</i>	87
5.3.3.5	<i>Intervenção</i>	87
5.3.4	Análise estatística	89
5.4	RESULTADOS	90
5.4.1	Sintomas de depressão	90
5.4.2	Perfil interoceptivo	91
5.4.3	Monitoramento diário	92
5.5	DISCUSSÃO	95
5.6	CONCLUSÃO	99
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE A – Dados brutos do artigo 1	107
	APÊNDICE B – Dados brutos do artigo 2	108
	APÊNDICE C – Dados brutos do artigo 3	109
	ANEXO A – TCLE do artigo 1	118
	ANEXO B – TCLE dos artigos 2 e 3	120
	ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP do artigo 1	122
	ANEXO D – Parecer consubstanciado do CEP dos artigos 2 e 3	127
	ANEXO E – Artigo 1 publicado	135

1 INTRODUÇÃO GERAL

Até o ano de 2020, segundo dados do *Wellcome Global Monitor* (WGM, 2021), cerca de 19% da população mundial já esteve, por pelo menos duas semanas, tão depressiva ou ansiosa a ponto de impedir a continuidade de suas atividades diárias normais. O índice de prevalência aumenta para 34,9% na América do Sul e 33,0% no Brasil (WGM, 2021). Os dados ainda sugerem que a probabilidade de vivenciar estas experiências negativas é maior nas populações jovens do que na de idosos, em que cerca de 62% das pessoas apresentaram seus primeiros sintomas com menos de 30 anos de idade e 73% tiveram sintomas mais de uma vez ao longo da vida (WGM, 2021). Estes números aumentam a necessidade de um olhar mais cuidadoso na elaboração de estratégias efetivas para minimizar os prejuízos na saúde mental.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) no seu relatório mundial de saúde mental (WHO, 2022), sugere que iniciemos um tempo de mudança e ações sejam tomadas para transformar a saúde mental de todos. Tal desafio é necessário para prevenir as consequências mais severas (ex., suicídio, abuso de substâncias etc.) causadas por transtornos mentais e que são oriundas de diversas fontes (ex., trabalho, escola, contexto social etc.). De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (APA, 2014), os transtornos mentais se caracterizam por perturbações significativas na cognição, regulação emocional e no comportamento, que refletem disfunções no funcionamento mental e afetam as atividades normais dos indivíduos.

A depressão é o transtorno mental mais prevalente na sociedade, responsável por causar uma série de prejuízos emocionais, cognitivos, motivacionais e físicos (Dean; Keshavan, 2017). De acordo com a organização mundial de saúde (OMS), mais de 300 milhões de pessoas ao redor do mundo são acometidas por sintomas de depressão (WHO, 2017). Destaca-se então a necessidade de atuar na prevenção dos fatores de risco a saúde mental, a partir da maximização de experiências com fatores protetivos (WHO, 2022). Um dos potenciais fatores protetivos individuais destacados pela OMS é a atividade física (WHO, 2022), que atua trazendo benefícios físicos e mentais para todas as populações (Knapen *et al.*, 2015; Schuch; Vancampfort, 2021). A prática de exercícios físicos tem comprovada eficácia como método auxiliar no tratamento da depressão (Kvam *et al.*, 2016). Em uma meta-análise recente (Pearce *et al.*, 2022), foi encontrado que aumentos nos níveis de atividade física estão proporcionalmente associados a diminuições no risco de depressão.

Apesar dos inúmeros efeitos positivos que a prática de atividades físicas proporciona, uma das estratégias mais utilizadas para tratamento de sintomas depressivos é o uso de

medicamentos, que com suas características psicotrópicas podem atuar na mitigação dos prejuízos associados (WHO, 2009). Contudo, o uso prolongado dessas substâncias aumenta a intensidade e a frequência (Braund *et al.*, 2021) de efeitos colaterais adversos (Cartwright *et al.*, 2016). Sugere-se então que a prática regular de atividades físicas em pessoas acometidas com sintomas depressivos possa ser maior disseminada, com o objetivo de potencializar os efeitos terapêuticos do tratamento. Em paralelo ao uso de medicamentos também é possível observar que diversas terapias cognitivas, comportamentais e de neuromodulação são utilizadas como abordagens complementares (Stein *et al.*, 2022), que tem como foco direcionar o indivíduo a ter maior atenção e consciência de seus estados internos e emocionais.

Estar atento, sensível e consciente com o que acontece no nosso organismo pode ajudar a entender melhor os diferentes sinais e sintomas característicos de cada transtorno mental (Khalsa *et al.*, 2018). Tal aspecto, chamado de interocepção, se refere principalmente a capacidade de perceber as sinalizações internas corporais (Craig, 2002), e tem uma influência fundamental no processo de autorregulação de sintomas característicos de depressão (Khalsa *et al.*, 2018). Em termos gerais, a palavra interocepção representa um conceito amplo, que engloba diversas sensações fisiológicas ao mesmo tempo, como por exemplo, frequência cardíaca, respiratória, dor, temperatura, entre outras. Contudo, este conceito tem sido bastante estudado na literatura sob a perspectiva da percepção das sensações cardíacas apenas, que podem não refletir na totalidade a amplitude do que se propõe medir a partir de testes interoceptivos.

Considerando que os transtornos depressivos apresentam diversas características e peculiaridades, em que a manifestação de seus sinais e sintomas ocorre com enorme grau de variabilidade interindividual, parece relevante investigar diferentes representações interoceptivas nesta população, para além das sinalizações cardíacas. Com objetivo de potencializar a percepção destas sinalizações interoceptivas e modular os sintomas de depressão, sugere-se abordagens personalizadas e otimizadas para indivíduos com diferentes perfis diagnósticos (Holmes *et al.*, 2018). Desta forma, considerando o potencial neuro-modulador das respostas interoceptivas sobre os sintomas depressivos, sugere-se a investigação de estratégias que possam estimular o processo de atenção as sinalizações internas do organismo, maximizando a capacidade individual de autorregular aspectos emocionais.

As técnicas mais tradicionais de neuromodulação se baseiam na estimulação transcraniana (ex., elétrica, magnética) e possuem evidências comprovando sua eficácia como um tratamento alternativo e auxiliar para os sintomas de depressão (Yokoi *et al.*, 2018). Contudo, tais técnicas podem oferecer dificuldades na aplicabilidade prática devido ao manuseio dos equipamentos, que também podem possuir alto custo. Desta forma, se faz

necessário a investigação de técnicas emergentes de neuromodulação que possam promover benefícios similares com melhor custo e aplicabilidade. Uma dessas técnicas é a estimulação por batimentos binaurais (BB), que utiliza frequências sonoras distintas para tentar provocar alterações na atividade elétrica cortical (Gao *et al.*, 2014).

A presente tese encontrou potenciais lacunas de investigação a serem exploradas, que serão mais bem discutidas nas seções a seguir. Inicialmente, foi identificado que uma das medidas mais utilizadas para determinar a interocepção cardíaca, pode apresentar problemas em relação a sua confiabilidade. Outra lacuna identificada, reside na possibilidade de modular o processamento cognitivo de atenção as sinalizações internas do organismo, a partir de estimulações por BB, que podem ser uma alternativa viável e com boa aplicabilidade prática para complementar o tratamento de pessoas com sintomas de depressão. Por fim, a principal lacuna identificada nesta tese, diz respeito a combinação destas estimulações por BB com exercícios físicos, com objetivo de extrair o máximo de benefícios possíveis das duas estratégias.

Para investigar as lacunas identificadas, a presente tese se propôs a conduzir três estudos originais. O primeiro deles testou a confiabilidade teste-reteste de uma tarefa de mensuração da interocepção cardíaca. Na sequência foram conduzidos dois estudos, iniciados de forma paralela, que se propuseram a investigar os efeitos agudos da estimulação por BB na interocepção cardíaca em pessoas com sintomas de depressão e os efeitos crônicos (ex., 12 semanas) dessa estratégia de estimulação por BB combinada com a prática de exercícios físicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INTEROCEPÇÃO

A interocepção é definida pela capacidade de perceber e interpretar sinais internos corporais como sede, fome, termorregulação, frequência cardíaca, respiração, atividade gástrica, sensação de dor, entre outros (Craig, 2002; Quadt *et al.*, 2018), além de possivelmente incluir sensações de esforço e fadiga (Marcora, 2009; McMorris, 2020). Durante muito tempo a literatura ligou a interocepção apenas aos sinais viscerais. Contudo, achados anatômicos sobre a funcionalidade da lâmina I do sistema espinotalâmico cortical sugerem que a interocepção deve ser definida como as sensações das condições fisiológicas de todo o corpo, não somente das vísceras (Craig, 2002).

Segundo Craig (2002) a atividade neural ascendente que representa algumas condições fisiológicas do corpo é transmitida pela lâmina I do sistema espinotalâmico cortical. A lâmina I é a parte mais superficial do corno dorsal da medula espinhal, e é a única região que recebe reflexos monossinápticos primários, provenientes de fibras de pequeno diâmetro que afetam essencialmente todos os tecidos do corpo através de uma via aferente homeostática (Craig, 2002). A princípio estas sinalizações se projetam nos centros autonômicos e homeostáticos da medula espinhal e do tronco encefálico, complementando o sistema autonômico eferente (Craig, 2002). Em conjunto com a atividade aferente retransmitida pelo núcleo do trato solitário, uma representação tálamo-cortical é gerada, auxiliando na percepção de sensações internas (Craig, 2002).

As evidências indicam que a representação da imagem cortical interoceptiva no córtex insular anterior do hemisfério não dominante (ex., direito), possivelmente constitui uma base para as avaliações subjetivas das percepções individuais (Craig, 2002). Estudos de imagem já demonstraram que a ínsula tem um papel fundamental no processamento interoceptivo (Baltazar *et al.*, 2021; Kleint *et al.*, 2015; Schulz, 2016; Tan *et al.*, 2018), e que uma circuitaria neural envolvendo regiões corticais subjacentes (ex., amígdala, tálamo e os córtex cingulado anterior, pré-frontal, somatossensorial e orbito-frontal) ajuda na diferenciação e interpretação dos sinais interoceptivos (Quadt *et al.*, 2018). A neurobiologia da interocepção sugere uma rede funcional de conexões em que o córtex insular parece ser o principal responsável pelas representações interoceptivas (Quadt *et al.*, 2018). O córtex insular posterior recebe informações aferentes do tálamo, que por sua vez projeta informações interoceptivas para o

córtex insular anterior, que está conectado a uma série de regiões relacionadas ao controle de funções autonômicas, cognitivas e emocionais (Quadt *et al.*, 2018).

2.1.1 Dimensões Interoceptivas

Conceitualmente, a interocepção trata de aspectos sensoriais internos que a literatura, por vezes, não consegue especificar os mecanismos associados aos diferentes momentos envolvidos na percepção dos sinais. Ao longo dos anos isso gerou uma série de terminologias diferentes para explicar o fenômeno da interocepção, causando confusão na interpretação do que os aspectos perceptuais/sensoriais podem representar. O modelo teórico mais tradicional dividiu a interocepção em três dimensões (ex., acurácia, sensibilidade e consciência), como sugerido por Garfinkel *et al.* (2015).

A acurácia interoceptiva (AcI) trata da capacidade objetiva de perceber e diferenciar as sensações do corpo (Garfinkel *et al.*, 2015). Os testes que se propõem a determinar a AcI consistem em perceber com exatidão as sinalizações fisiológicas específicas daquele sistema. Basicamente, quanta mais precisa for a identificação destas sinalizações corporais maior é a AcI. Em uma revisão recente, Desmedt *et al.* (2023) sugerem que a maioria dos testes desenvolvidos para determinar a AcI, seja por meio de sinalizações cardíacas, respiratórias ou gástricas, apresentam limitações e não podem ser consideradas medidas ótimas. Os autores ainda argumentam que os melhores testes para determinar a AcI, usam de medidas que previnem a tentativa de adivinhação dos sinais interoceptivos por parte dos avaliados (Desmedt *et al.*, 2023).

Uma medida utilizada como uma espécie de controle para tentativas de adivinhação é a sensibilidade interoceptiva (SeI), que de forma subjetiva retrata a confiança individual na autoavaliação da capacidade de percepção (Garfinkel *et al.*, 2015). Esta variável requer que o avaliado reporte as suas experiências e crenças sobre as sensações interoceptivas percebidas ou não percebidas (Suksasilp; Garfinkel, 2022). Tais informações podem ser influenciadas por aspectos *a priori*, conhecidos por antecedentes interoceptivos, criando um cenário de erros de predição do processamento que podem ou não estar coerentes com as sensações reais (Seth *et al.*, 2011). O jeito mais comum de acessar a SeI é a partir de escalas de autorrelato que em conjunto com as medidas de AcI oferecem maior robustez as avaliações.

Por sua vez, a consciência interoceptiva (CoI) é um conceito mais completo, que trata da correspondência entre o aspecto objetivo e subjetivo de uma sensação, refletindo uma habilidade metacognitiva de quantificar e diferenciar de maneira precisa e consciente, as

intensidades de uma ou mais sensações (Garfinkel *et al.*, 2015). A avaliação da CoI contempla as seguintes condições de interocepção individual: (a) Interocepção ótima (ex., alta AcI e alta SeI); (b) Interocepção péssima (ex., baixa AcI e baixa SeI); e (c) Interocepção indefinida (ex., índices opostos de AcI e SeI).

Recentemente, Suksasilp e Garfinkel (2022) propuseram uma estrutura multidimensional que traz definições mais contemporâneas sobre interocepção, envolvendo não somente aspectos ligados a percepção da sensação pura, mas também da interpretação e integração dos sinais (Khalsa *et al.*, 2018). Ainda segundo Suksasilp e Garfinkel (2022) as novas dimensões interoceptivas devem contemplar aspectos da representação neural, força e pré-consciência dos sinais aferentes, além de atenção e atribuição de sensações interoceptivas. Tais dimensões complementam as já existentes de AcI, SeI e CoI, entretanto, uma grande lacuna ainda é observada na mensuração destas dimensões, em especial por serem medidas de forma isolada (Suksasilp; Garfinkel, 2022).

2.1.2 Métodos de mensuração da interocepção

Os métodos mais tradicionais de medir a interocepção se baseiam na percepção dos sinais cardíacos, que em alguns casos, o termo cardiocepção é empregado (Baltazar *et al.*, 2021). Dentre estes métodos, destaca-se o Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos (TCBC), que foi popularizado pelo Schandry (1981) e consiste numa tarefa de percepção e contagem dos batimentos cardíacos em estágios com tempos de duração inferiores a um minuto. Em teoria, quanto mais precisa for a contagem dos batimentos em relação aos reais, melhor é a AcI do participante. Ao longo dos anos este teste foi sofrendo alterações na quantidade de estágios e nos tempos de duração, sem que houvesse mudança no contexto de sua execução ou interpretação dos resultados. Contudo, inexistem medidas que de forma isolada representem o conceito global de interocepção. Sugere-se então, que a percepção da sinalização cardíaca por si só, não represente este conceito, fazendo-se necessário a utilização de múltiplas medidas, com finalidades específicas. Diversos outros testes foram desenvolvidos para mensurar respostas interoceptivas diversas.

Um bastante popular é o teste de discriminação dos batimentos cardíacos (TDBC), validado recentemente por Legrand *et al.* (2022). A ideia principal do TDBC é determinar se a frequência cardíaca está sincronizada com estímulos sonoros ou luminosos produzidos em referência aos batimentos cardíacos. Tal teste apresenta uma limitação conceitual, já que ele

possui estímulos exteroceptivos (externos ao corpo), que podem ser um fator de confusão durante a execução da tarefa, não representando de forma isolada a percepção de sinalizações internas. Outros testes menos populares têm sido desenvolvidos e prometem determinar a interocepção gástrica (Herbert *et al.*, 2012), respiratória (Harrison *et al.*, 2021) e urinária (Ketai *et al.*, 2021), contudo, alguns deles exigem equipamentos de alto custo e baixa aplicabilidade prática.

Além dos testes mais práticos, também é possível encontrar na literatura questionários e escalas que mensuram a interocepção a partir de autorrelatos, como por exemplo o *Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness* (MAIA) (Mehling *et al.*, 2012), o *Body Perception Questionnaire* (Porges, 1993), o *Interoceptive Accuracy Scale* (Murphy *et al.*, 2020) e a *Interoceptive Attribution of Physical Effort Scale* (IAPES) (Santos *et al.*, NP). Todos eles consistem em responder perguntas sobre a capacidade de perceber sensações físicas e/ou emocionais que estão relacionadas ao processamento interoceptivo. O uso destas medidas de autorrelato em complemento aos testes objetivos, pode oferecer uma maior qualidade na determinação da interocepção global, que envolve uma série de percepções diferentes e pode apresentar altos índices de variabilidade interindividual. Contudo, novos estudos são necessários para testar estas hipóteses.

A escolha do teste para determinar a interocepção de um indivíduo normalmente é motivada pela facilidade na aplicação destas tarefas, o que faz com que os testes baseados na frequência cardíaca sejam os mais utilizados, em especial o TCBC. Contudo, algumas críticas têm sido feitas em relação a esta abordagem, seja por ela não refletir a interocepção como um aspecto geral (Zamariola *et al.*, 2018) ou porque em alguns casos a contagem dos batimentos não está relacionada com a detecção dos sinais cardíacos (Ring; Brener, 2018). Apesar das críticas, as evidências sugerem que o TCBC pode refletir a capacidade de perceber os sinais cardíacos (Brener; Ring, 2016; Brewer *et al.*, 2016; Dunn *et al.*, 2010; Kleint *et al.*, 2015), entretanto, parece relevante utilizar esta medida em conjunto com outras que possam oferecer uma estrutura mais robusta da competência interoceptiva individual, contendo aspectos perceptuais de outros órgãos e sensações.

Os desfechos mais comumente investigados na literatura de interocepção procuram associar o nível de AcI medido pelo TCBC com diferentes condições de saúde mental. De acordo com Khalsa *et al.* (2018) os sinais e sintomas de alguns transtornos mentais indicam a possibilidade de uma disfunção interoceptiva. Dentre essas condições, destaca-se a depressão, em que alguns estudos afirmam haver uma associação positiva dos sintomas depressivos com prejuízos na acurácia interoceptiva (Dunn *et al.*, 2007; Eggart *et al.*, 2019). Por outro lado, uma

recente revisão com meta-análise indicou um baixo tamanho de efeito aleatório ($r = -0,04$; $IC_{95\%} = -0,16, 0,08$; $p = 0,53$) na correlação entre o TCBC e a depressão (Desmedt *et al.*, 2022). Embora as evidências sejam conflitantes, uma revisão feita com estudos de imagem demonstrou que indivíduos com níveis severos de depressão apresentam redução na AcI, e que as áreas cerebrais envolvidas no processamento do sinal interoceptivo são similares a de pessoas saudáveis (Schulz, 2016).

Com relação aos mecanismos, ainda não é claro na literatura se existe uma relação de causa e efeito entre a interocepção e a depressão. No fim do século XIX, James (1884) propôs que a percepção da sensação fisiológica leva a uma determinada experiência emocional. Mais tarde, Cannon (1927) teceu críticas sobre este modelo teórico, sugerindo que as sensações fisiológicas e emocionais são desencadeadas de forma simultânea, e não uma após a outra. Mais recentemente, Schachter e Singer (1962) propuseram propôs que as emoções resultam de uma combinação da excitação fisiológica com a interpretação cognitiva dessa excitação, que sofre influências de experiências passadas. Baseando-se nas propostas das teorias acima, sugere-se que os aspectos emocionais individuais podem ser influenciados pela percepção dos sinais fisiológicos. A presente tese tem como uma de suas hipóteses que a percepção apurada de sensações fisiológicas pode modular sintomas depressivos, em um mecanismo de retroalimentação, que pode desencadear aspectos adaptativos, como aumento ou diminuição dos sintomas de depressão e do nível de interocepção.

2.2 DEPRESSÃO

Segundo o DSM-5 (APA, 2014), o transtorno depressivo maior ocorre quando um indivíduo apresenta, por pelo menos duas semanas consecutivas e ininterruptas, um mínimo de cinco sintomas característicos do transtorno e que afetem o seu funcionamento normal, a saber: (a) humor deprimido na maior parte do dia, todos os dias; (b) anedonia (ex., acentuada perda de interesse ou prazer em quase todas as atividades; (c) perda ou ganho de peso significativo sem estar fazendo dieta e redução ou aumento de apetite; (d) insônia ou hipersonia; (e) agitação ou retardo motor; (f) fadiga ou perda de energia; (g) sentimentos de inutilidade, culpa excessiva ou inapropriada; (h) capacidade diminuída para pensar ou se concentrar, ou indecisão; e (i) pensamentos recorrentes de morte. Destes cinco sintomas, obrigatoriamente um deles deve ser humor deprimido ou anedonia (APA, 2014). Os outros sintomas que completam a lista precisam estar presentes quase todos os dias e podem variar entre indivíduos (APA, 2014).

Do ponto de vista fisiopatológico, uma série de fatores podem causar o surgimento destes sintomas, como por exemplo, alterações na neurotransmissão de monoaminas (ex., serotonina, dopamina), anormalidades no eixo hipotálamo-pituitário-adrenal, inflamações e neuroplasticidade reduzida (Dean; Keshavan, 2017). Tais alterações podem provocar prejuízos na circuitaria neural de regiões relacionadas a regulação afetiva e emocional (ex., amígdala, córtex pré-frontal, hipocampo, córtex cingulado etc.), impactando negativamente no processamento de diversas sensações (Dean; Keshavan, 2017).

O principal método de tratamento utilizado para minimizar os efeitos deletérios provocados pela depressão se baseia no uso controlado de medicamentos (ex., inibidores de recaptação de serotonina, moduladores multimodais) (Ruberto *et al.*, 2020), seja de forma isolada, ou em conjunto com terapias psicocognitivas (Okuyama *et al.*, 2017). Considerando a possibilidade de que um dos mecanismos mediadores dos sintomas depressivos sejam os fatores interoceptivos individuais, sugere-se a investigação de estratégias de tratamento que possam atuar na modulação de sensações positivas de alta ativação (ex., emocionalmente excitado, feliz, satisfeito). Diante disso, observa-se que algumas formas de tratamentos dos sintomas depressivos apresentam bastante potencial como métodos alternativos/complementares (Jonsson *et al.*, 2016), como é o caso de exercícios físicos (Kvam *et al.*, 2016; Schuch *et al.*, 2016) e diferentes técnicas de neuromodulação (Yokoi *et al.*, 2018).

Alguns dos guias mais tradicionais de recomendações para tratamentos psiquiátricos são negligentes na indicação da importância de terapias alternativas (ex., exercício físico) para o tratamento de sintomas de depressão (Ekkekakis; Murri, 2017). Segundo Ekkekakis e Murri (2017), isto se deve à fatores como o reporte seletivo de resultados que parecem favorecer a eficácia de medicamentos em detrimento de técnicas alternativas. Considerando a boa aplicabilidade prática de alguns métodos alternativos de tratamento dos sintomas de depressão, associado a outros benefícios (ex., físicos, cognitivos) não promovidos pelo uso de medicamentos, sugere-se a implementação de estratégias que a partir de uma modulação interoceptiva possam tornar os participantes mais ativados, atentos, alertas e conscientes das suas sensações e emoções.

2.3 BATIMENTOS BINAURAIS

Os BB são formados quando duas frequências sonoras diferentes são tocadas simultaneamente, uma em cada ouvido (Oster, 1973). Este fenômeno é caracterizado pela convergência da atividade neural dos nervos auditivos nas redes sensoriais binaurais (Moore,

2012). López-Caballero e Escera (2017) argumentam que a estimulação binaural falha em alterar a atividade cortical mensurada através de eletroencefalografia (EEG). Contudo, (Gao *et al.*, 2014) sugere que estimulações curtas (< 1 min) podem ser uma das possíveis razões pelas quais alguns estudos não encontram mudanças na potência do EEG. Em uma revisão da literatura, foi sugerido que a estimulação por BB pode ajudar na redução de sintomas de ansiedade, aumento do relaxamento, melhoras na memória e na capacidade de alerta (Chaieb *et al.*, 2015). A principal base teórica sugere que o cérebro tem uma tendência a sincronizar a frequência da sua atividade elétrica quando provocado por estímulos externos (Gao *et al.*, 2014).

O princípio teórico por trás das estimulações por BB se baseia na hipótese do efeito de arrastamento das ondas cerebrais, proposta com o nome de resposta de acompanhamento de frequência por Marsh *et al.* (1970). Supostamente, o cérebro tem uma tendência de mudar sua frequência elétrica dominante em direção a frequência do estímulo externo (Gao *et al.*, 2014). Alguns estudos afirmam que a estimulação por BB é capaz de elicitar mudanças na conectividade funcional do cérebro (Orozco Perez *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2022). Contudo, em uma recente revisão sistemática (Ingendoh *et al.*, 2023), foram encontrados resultados contraditórios no que diz respeito aos efeitos de arrastamentos das ondas cerebrais. Ainda segundo Ingendoh *et al.* (2023), dos 14 estudos incluídos, apenas cinco apresentaram resultados alinhados com a hipótese teórica do Marsh *et al.* (1970), em estimulações por BB nas frequências theta, alfa e gama. Devido a enorme heterogeneidade metodológica entre os estudos (Ingendoh *et al.*, 2023), sugere-se que futuras pesquisas sejam necessárias para dar maior robustez ao modelo teórico.

Uma coisa em comum entre os estudos investigando os efeitos da estimulação por BB, é que parte deles assume que possa haver um efeito terapêutico desta abordagem. Parece necessário entender, de que forma pessoas com sintomas de depressão, normalmente afetadas por atenção diminuída, podem ser impactadas positivamente por estas estimulações, em detrimento de outros tipos de terapias que são comumente prescritas para esta população. Portanto, se fez necessário entender o panorama geral da literatura em relação a esta lacuna. Para isso, foi realizada uma busca em janeiro de 2024 nas bases de dados PubMed e Scopus, usando a equação ("*binaural beats*"[Title/Abstract]) AND (*depressi**[Title/Abstract]), com os filtros de título e resumo, e foram identificados um total de 34 ocorrências (ex., artigos, livros e resumos de conferências).

Após a delimitação dos critérios (ex., estudos que aplicaram BB e mediram aspectos de depressão antes e após a intervenção) foram incluídos cinco artigos para leitura completa. Tais

estudos (da Silva Junior *et al.*, 2019; Daengruan *et al.*, 2021; Wahbeh; Calabrese; Zwickey, 2007; Wahbeh; Calabrese; Zwickey; *et al.*, 2007; Yadav *et al.*, 2021) se dedicaram a investigar os efeitos da estimulação por BB nos sintomas de depressão. Em termos gerais, os estudos encontraram diminuições não significativas nos escores das escalas de depressão nas comparações entre os momentos pré e pós-intervenção com BB. Nestes estudos é possível observar uma redução média nos escores de depressão de aproximadamente $2,36 \pm 1,22$ pontos no *Patient Health Questionnaire-9* (PHQ-9), de $0,53 \pm 1,21$ pontos no *Beck Depression Inventory* (BDI), e de $0,37 \pm 2,81$ pontos no *Profile of Mood States* (POMS). Considerando a heterogeneidade entre os estudos da literatura, sugere-se então novas pesquisas que investiguem a técnica de estimulação por BB nesta população, utilizando-se de tamanhos amostrais e desenhos experimentais adequados.

2.4 EXERCÍCIO FÍSICO

Conforme sugerido por Allen e Tsakiris (2019), nossos batimentos cardíacos são normalmente silenciosos, a menos que façamos esforço físico, quando os batimentos passam a dominar momentaneamente nossa consciência. Para além disso, o exercício físico é capaz de promover uma vasta gama de outros eventos e sinalizações fisiológicas, endócrinas e imunológicas que potencializam sua utilidade como uma estratégia de maximizar a percepção de diversas sensações. Portanto, outra possibilidade de potencialmente modular as respostas interoceptivas e promover melhoras nos sintomas de depressão pode estar na prática de exercícios físicos.

De acordo com Gujral *et al.* (2017), o exercício é um tratamento não farmacêutico viável para a depressão e que apresenta a possibilidade de seus benefícios persistirem no futuro, diferente da atuação de fármacos. De fato, estas evidências são corroboradas por uma recente meta-análise que mostra que o exercício físico é capaz de reduzir os sintomas de depressão de forma similar à tratamentos com antidepressivos ($SMD = -0,12$; $IC_{95\%} = -0,33; 0,10$) (Recchia *et al.*, 2022). Contudo, os autores destacam que as taxas de abandono do exercício físico são maiores em comparação com tratamentos farmacêuticos (Recchia *et al.*, 2022), o que sugere a necessidade de melhor adequação de estratégias de promoção da atividade física para garantir mais adesão à estilos de vida ativo, com efeitos mais persistentes para os quadros depressivos.

Em outra meta-análise (Heissel *et al.*, 2023), foi demonstrado que nos ensaios clínicos randomizados que compararam exercício físico vs. grupos controle (ex., lista de espera, tratamento usual, placebo, educação em saúde, conversa  o social), houve efeito geral

significativo em favor do exercício para o tratamento de pessoas com depressão ($SMD = -0,946$; $IC_{95\%} = -1,18; -0,71$; $p < 0,001$), seja para indivíduos diagnosticados com transtorno depressivo maior ($SMD = -0,998$; $IC_{95\%} = -1,39; -0,61$; $p < 0,001$) ou para aqueles que tiveram os sintomas mensurados por autorrelato ($SMD = -0,915$; $IC_{95\%} = -1,21; -0,62$; $p < 0,001$). Os autores ainda sugerem que estratégias isoladas de exercícios (ex., aeróbios ou resistidos) parecem ser mais efetivas do que abordagens mistas, e que não parece haver grandes diferenças entre os níveis de intensidade (ex., leve, moderado e vigoroso) (Heissel *et al.*, 2023).

Evidências ainda mais recentes de uma meta-análise em rede (Noetel *et al.*, 2024), corroboram com os estudos anteriores, suportando a ideia de que o exercício físico é efetivo no tratamento da depressão. Os resultados também demonstram que a probabilidade de abandono é menor para as modalidades de treinamento de força ($Odds Ratio = 0,55$; $IC_{95\%} = 0,31; 0,99$) e yoga ($Odds Ratio = 0,57$; $IC_{95\%} = 0,35; 0,94$), sugerindo-se maior nível de aceitabilidade destas modalidades para a população com sintomas de depressão (Noetel *et al.*, 2024). Por fim, os autores afirmam que o treinamento de força parece ser mais efetivo em populações jovens e que a dose resposta da intensidade sugere maiores efeitos em atividades mais vigorosas (Noetel *et al.*, 2024).

Apesar das evidências suportarem os benefícios do exercício de força para indivíduos com sintomas de depressão, maior clareza é necessária com relação aos aspectos de intensidade (ex., alta, moderada, baixa) e volume (ex., alto, baixo) a serem aplicados. Considerando o perfil sintomático desta população, sugere-se a utilização de estratégias que possam minimizar os desconfortos (ex., físico e mental) associados a prática da atividade, e que possam atuar aumentando as chances de adesão a um estilo de vida ativo por tempo prolongado. Nessa perspectiva, uma modalidade de exercício que parece ser bastante promissora é a dos exercícios autoselecionados (EA), que através da liberdade de escolha do participante quanto ao tipo, volume e intensidade do treino, tem o intuito de promover atividades dentro dos limites funcionais e emocionais de cada indivíduo (Ekkekakis, 2009). Esse método de prescrição de exercício já demonstrou eficácia em proporcionar intensidades de exercício adequadas para promoção de adaptações fisiológicas em conjunto com boas respostas afetivas (Ekkekakis, 2009). Os EA têm demonstrado boa efetividade quando aplicados ao treinamento de força (Barbosa-Netto *et al.*, 2021).

Considerando que o exercício físico atua como um estimulador natural de diversas sensações internas de forma simultânea (Noakes *et al.*, 2005), isto pode fazer com que os praticantes vivenciem melhor interpretação de suas sensações internas corporais, atribuindo esforços e emoções compatíveis com suas percepções. Uma possível estratégia para maximizar

estes efeitos do exercício sobre as percepções interoceptivas pode ser a partir de estimulações cerebrais que induzam processos de atenção cognitiva. Diante do exposto, têm-se como hipótese que a junção entre a estratégia de neuromodulação por BB e os EA possa provocar maior saliência, atenção e consciência das sensações internas corporais e emocionais de indivíduos com sintomas de depressão. Poucos estudos se dedicaram a investigar os efeitos da estimulação por BB no contexto do exercício físico. McConnell *et al.* (2014) demonstraram que ouvir BB na frequência Theta aumenta o estado de relaxamento pós exercício através de uma maior ativação da atividade parassimpática. Sugere-se então que frequências mais relacionadas a estados de alerta e ativação (ex., Beta e Gama) possam aumentar a competência interoceptiva e contribuir para a diminuição dos sintomas de depressão.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.; TSAKIRIS, M. The body as first prior: interoceptive predictive processing and the primacy of self-models. *In*: TSAKIRIS, M. e PREESTER, H. D. (Ed.). **The interoceptive mind: from homeostasis to awareness**. United Kingdom: Oxford University Press, 2019. p. 343.
- APA. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais DSM-5**. Porto Alegre: ARTMED Editora LTDA, 2014.
- BALTAZAR, M.; GREZES, J.; GEOFFRAY, M. M.; PICQ, J. L. *et al.* Neural correlates of interoceptive accuracy: Beyond cardioception. **Eur J Neurosci**, 54, n. 10, p. 7642-7653, Nov 2021.
- BARBOSA-NETTO, S.; D'ACELINO, E. P. O. S.; ALMEIDA, M. B. Self-Selected Resistance Exercise Load: Implications for Research and Prescription. **J Strength Cond Res**, 35, n. Suppl 1, p. S166-s172, Feb 1 2021.
- BRAUND, T. A.; TILLMAN, G.; PALMER, D. M.; GORDON, E. *et al.* Antidepressant side effects and their impact on treatment outcome in people with major depressive disorder: an iSPOT-D report. **Transl Psychiatry**, 11, n. 1, p. 417, Aug 4 2021.
- BRENER, J.; RING, C. Towards a psychophysics of interoceptive processes: the measurement of heartbeat detection. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, 371, n. 1708, Nov 19 2016.
- BREWER, R.; COOK, R.; BIRD, G. Alexithymia: a general deficit of interoception. **R Soc Open Sci**, v. 3, n. 10, p. 150664, Oct 2016.
- CANNON, W. B. The James-Lange theory of emotions: a critical examination and an alternative theory. **The American Journal of Psychology**, 39, p. 106-124, 1927.
- CARTWRIGHT, C.; GIBSON, K.; READ, J.; COWAN, O. *et al.* Long-term antidepressant use: patient perspectives of benefits and adverse effects. **Patient Prefer Adherence**, 10, p. 1401-1407, 2016.

CHAIEB, L.; WILPERT, E. C.; REBER, T. P.; FELL, J. Auditory beat stimulation and its effects on cognition and mood States. **Front Psychiatry**, 6, p. 70, 2015.

CRAIG, A. D. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. **Nat Rev Neurosci**, 3, n. 8, p. 655-666, Aug 2002.

DA SILVA JUNIOR, M.; DE FREITAS, R. C.; DOS SANTOS, W. P.; DA SILVA, W. W. A. *et al.* Exploratory study of the effect of binaural beat stimulation on the EEG activity pattern in resting state using artificial neural networks. **Cognitive Systems Research**, 54, p. 1-20, 2019/05/01/ 2019.

DAENGRUAN, P.; CHAIRAT, R.; JENRAUMJIT, R.; CHINWONG, D. *et al.* Effectiveness of Receptive Music Therapy with Imbedded 10 Hz Binaural Beats Compared with Standard Care for Patients with Major Depressive Disorder: A Randomized Controlled Trial. **Complement Ther Med**, 61, p. 102765, Sep 2021.

DEAN, J.; KESHAVAN, M. The neurobiology of depression: An integrated view. **Asian J Psychiatr**, 27, p. 101-111, Jun 2017.

DESMEDT, O.; LUMINET, O.; WALENTYNOWICZ, M.; CORNEILLE, O. The new measures of interoceptive accuracy: A systematic review and assessment. **Neurosci Biobehav Rev**, 153, p. 105388, Oct 2023.

DESMEDT, O.; VAN DEN HOUTE, M.; WALENTYNOWICZ, M.; DEKEYSER, S. *et al.* How Does Heartbeat Counting Task Performance Relate to Theoretically-Relevant Mental Health Outcomes? A Meta-Analysis. **Collabra: Psychology**, 8, n. 1, p. 33271, 2022.

DUNN, B. D.; DALGLEISH, T.; OGILVIE, A. D.; LAWRENCE, A. D. Heartbeat perception in depression. **Behav Res Ther**, 45, n. 8, p. 1921-1930, Aug 2007.

DUNN, B. D.; STEFANOVITCH, I.; EVANS, D.; OLIVER, C. *et al.* Can you feel the beat? Interoceptive awareness is an interactive function of anxiety- and depression-specific symptom dimensions. **Behav Res Ther**, v. 48, n. 11, p. 1133-1138, Nov 2010.

EGGART, M.; LANGE, A.; BINSER, M. J.; QUERI, S. *et al.* Major Depressive Disorder Is Associated with Impaired Interoceptive Accuracy: A Systematic Review. **Brain Sci**, 9, n. 6, Jun 6 2019.

EKKEKAKIS, P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. **Sports Med**, 39, n. 10, p. 857-888, 2009.

EKKEKAKIS, P.; MURRI, M. B. Exercise as antidepressant treatment: Time for the transition from trials to clinic? **Gen Hosp Psychiatry**, 49, p. A1-a5, Nov 2017.

GAO, X.; CAO, H.; MING, D.; QI, H. *et al.* Analysis of EEG activity in response to binaural beats with different frequencies. **Int J Psychophysiol**, 94, n. 3, p. 399-406, Dec 2014.

GARFINKEL, S. N.; SETH, A. K.; BARRETT, A. B.; SUZUKI, K. *et al.* Knowing your own heart: distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. **Biol Psychol**, v. 104, p. 65-74, Jan 2015.

GUJRAL, S.; AIZENSTEIN, H.; REYNOLDS, C. F., 3rd; BUTTERS, M. A. *et al.* Exercise effects on depression: Possible neural mechanisms. **Gen Hosp Psychiatry**, 49, p. 2-10, Nov 2017.

HARRISON, O. K.; KÖCHLI, L.; MARINO, S.; LUECHINGER, R. *et al.* Interoception of breathing and its relationship with anxiety. **Neuron**, 109, n. 24, p. 4080-4093.e4088, Dec 15 2021.

HEISSEL, A.; HEINEN, D.; BROKMEIER, L. L.; SKARABIS, N. *et al.* Exercise as medicine for depressive symptoms? A systematic review and meta-analysis with meta-regression. **Br J Sports Med**, 57, n. 16, p. 1049-1057, Aug 2023.

HERBERT, B. M.; MUTH, E. R.; POLLATOS, O.; HERBERT, C. Interoception across modalities: on the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. **PloS one**, 7, n. 5, p. e36646, 2012.

HOLMES, E. A.; GHADERI, A.; HARMER, C. J.; RAMCHANDANI, P. G. *et al.* The Lancet Psychiatry Commission on psychological treatments research in tomorrow's science. **Lancet Psychiatry**, 5, n. 3, p. 237-286, Mar 2018.

INGENDOH, R. M.; POSNY, E. S.; HEINE, A. Binaural beats to entrain the brain? A systematic review of the effects of binaural beat stimulation on brain oscillatory activity, and the implications for psychological research and intervention. **PLoS One**, 18, n. 5, p. e0286023, 2023.

JAMES, W. What is emotion? **Mind**, 9, n. 34, p. 188-205, 1884.

JONSSON, U.; BERTILSSON, G.; ALLARD, P.; GYLLENSVÄRD, H. *et al.* Psychological Treatment of Depression in People Aged 65 Years and Over: A Systematic Review of Efficacy, Safety, and Cost-Effectiveness. **PLoS One**, 11, n. 8, p. e0160859, 2016.

KETAI, L. H.; KOMESU, Y. M.; SCHRADER, R. M.; ROGERS, R. G. *et al.* Mind-body (hypnotherapy) treatment of women with urgency urinary incontinence: changes in brain attentional networks. **Am J Obstet Gynecol**, 224, n. 5, p. 498.e491-498.e410, May 2021.

KHALSA, S. S.; ADOLPHS, R.; CAMERON, O. G.; CRITCHLEY, H. D. *et al.* Interoception and Mental Health: A Roadmap. **Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging**, v. 3, n. 6, p. 501-513, Jun 2018.

KLEINT, N. I.; WITTCHEN, H. U.; LUEKEN, U. Probing the Interoceptive Network by Listening to Heartbeats: An fMRI Study. **PLoS One**, 10, n. 7, p. e0133164, 2015.

KNAPEN, J.; VANCAMPFORT, D.; MORIËN, Y.; MARCHAL, Y. Exercise therapy improves both mental and physical health in patients with major depression. **Disabil Rehabil**, 37, n. 16, p. 1490-1495, 2015.

KVAM, S.; KLEPPE, C. L.; NORDHUS, I. H.; HOVLAND, A. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis. **J Affect Disord**, 202, p. 67-86, Sep 15 2016.

LEGRAND, N.; NIKOLOVA, N.; CORREA, C.; BRÆNDHOLT, M. *et al.* The heart rate discrimination task: A psychophysical method to estimate the accuracy and precision of interoceptive beliefs. **Biol Psychol**, 168, p. 108239, Feb 2022.

LÓPEZ-CABALLERO, F.; ESCERA, C. Binaural Beat: A Failure to Enhance EEG Power and Emotional Arousal. **Front Hum Neurosci**, 11, p. 557, 2017.

MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **J Appl Physiol (1985)**, 106, n. 6, p. 2060-2062, Jun 2009.

MARSH, J. T.; WORDEN, F. G.; SMITH, J. C. Auditory frequency-following response: neural or artifact? **Science**, 169, n. 3951, p. 1222-1223, Sep 18 1970.

MCCONNELL, P. A.; FROELIGER, B.; GARLAND, E. L.; IVES, J. C. *et al.* Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. **Front Psychol**, 5, p. 1248, 2014.

MCMORRIS, T. Cognitive Fatigue Effects on Physical Performance: The Role of Interoception. **Sports Med**, 50, n. 10, p. 1703-1708, Oct 2020.

MEHLING, W. E.; PRICE, C.; DAUBENMIER, J. J.; ACREE, M. *et al.* The multidimensional assessment of interoceptive awareness (MAIA). **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e48230, 2012.

MOORE, B. C. J. **An Introduction to the Psychology of Hearing**. Emerald, 2012. 9781780520384.

MURPHY, J.; BREWER, R.; PLANS, D.; KHALSA, S. S. *et al.* Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. **Q J Exp Psychol (Hove)**, 73, n. 1, p. 115-133, Jan 2020.

NOAKES, T. D.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **Br J Sports Med**, 39, n. 2, p. 120-124, Feb 2005.

NOETEL, M.; SANDERS, T.; GALLARDO-GÓMEZ, D.; TAYLOR, P. *et al.* Effect of exercise for depression: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. **Bmj**, 384, p. e075847, Feb 14 2024.

OKUYAMA, T.; AKECHI, T.; MACKENZIE, L.; FURUKAWA, T. A. Psychotherapy for depression among advanced, incurable cancer patients: A systematic review and meta-analysis. **Cancer Treat Rev**, 56, p. 16-27, May 2017.

OROZCO PEREZ, H. D.; DUMAS, G.; LEHMANN, A. Binaural Beats through the Auditory Pathway: From Brainstem to Connectivity Patterns. **eNeuro**, 7, n. 2, Mar/Apr 2020.

OSTER, G. Auditory beats in the brain. **Sci Am**, 229, n. 4, p. 94-102, Oct 1973.

PEARCE, M.; GARCIA, L.; ABBAS, A.; STRAIN, T. *et al.* Association Between Physical Activity and Risk of Depression: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Psychiatry**, 79, n. 6, p. 550-559, Jun 1 2022.

PORGES, S. Body perception questionnaire. **Laboratory of Developmental Assessment, University of Maryland**, 1993.

QUADT, L.; CRITCHLEY, H. D.; GARFINKEL, S. N. The neurobiology of interoception in health and disease. **Ann N Y Acad Sci**, 1428, n. 1, p. 112-128, Sep 2018.

RECCHIA, F.; LEUNG, C. K.; CHIN, E. C.; FONG, D. Y. *et al.* Comparative effectiveness of exercise, antidepressants and their combination in treating non-severe depression: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**, Sep 16 2022.

RING, C.; BRENER, J. Heartbeat counting is unrelated to heartbeat detection: A comparison of methods to quantify interoception. **Psychophysiology**, 55, n. 9, p. e13084, Sep 2018.

RUBERTO, V. L.; JHA, M. K.; MURROUGH, J. W. Pharmacological Treatments for Patients with Treatment-Resistant Depression. **Pharmaceuticals (Basel)**, 13, n. 6, Jun 4 2020.

SANTOS, L. E. R.; WALLMAN-JONES, A.; HENRIQUE, R. d. S.; ELSANGEDY, H. M. *et al.* Development and validation of the assessment scale of interoceptive attribution of effort. NP.

SCHACHER, S.; SINGER, J. E. Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. **Psychol Rev**, 69, p. 379-399, Sep 1962.

SCHANDRY, R. Heart beat perception and emotional experience. **Psychophysiology**, v. 18, n. 4, p. 483-488, 1981.

SCHUCH, F. B.; VANCAMPFORT, D. Physical activity, exercise, and mental disorders: it is time to move on. **Trends in Psychiatry and Psychotherapy**, 43, 2021.

SCHUCH, F. B.; VANCAMPFORT, D.; RICHARDS, J.; ROSENBAUM, S. *et al.* Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. **J Psychiatr Res**, 77, p. 42-51, Jun 2016.

SCHULZ, S. M. Neural correlates of heart-focused interoception: a functional magnetic resonance imaging meta-analysis. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, 371, n. 1708, Nov 19 2016.

SETH, A. K.; SUZUKI, K.; CRITCHLEY, H. D. An interoceptive predictive coding model of conscious presence. **Front Psychol**, 2, p. 395, 2011.

STEIN, D. J.; SHOPTAW, S. J.; VIGO, D. V.; LUND, C. *et al.* Psychiatric diagnosis and treatment in the 21st century: paradigm shifts versus incremental integration. **World Psychiatry**, 21, n. 3, p. 393-414, Oct 2022.

SUKSASILP, C.; GARFINKEL, S. N. Towards a comprehensive assessment of interoception in a multi-dimensional framework. **Biol Psychol**, 168, p. 108262, Feb 2022.

TAN, Y.; WEI, D.; ZHANG, M.; YANG, J. *et al.* The role of mid-insula in the relationship between cardiac interoceptive attention and anxiety: evidence from an fMRI study. **Sci Rep**, 8, n. 1, p. 17280, Nov 22 2018.

WAHBEH, H.; CALABRESE, C.; ZWICKEY, H. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects. **J Altern Complement Med**, 13, n. 1, p. 25-32, Jan-Feb 2007.

WAHBEH, H.; CALABRESE, C.; ZWICKEY, H.; ZAJDEL, D. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess neuropsychologic, physiologic, and electroencephalographic effects. **J Altern Complement Med**, 13, n. 2, p. 199-206, Mar 2007.

WANG, X.; LU, H.; HE, Y.; SUN, K. *et al.* Listening to 15 Hz Binaural Beats Enhances the Connectivity of Functional Brain Networks in the Mental Fatigue State-An EEG Study. **Brain Sci**, 12, n. 9, Aug 30 2022.

WGM. The role of science in mental health: Insights from the Wellcome Global Monitor. United Kingdom: Gallup: 49 p. 2021.

WHO. Pharmacological treatment of mental disorders in primary health care. ORGANIZATION, W. H. France. ISBN 978 92 4 154769 7: 82 p. 2009.

WHO. Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates. Geneva: World Health Organization 2017.

WHO. World mental health report: transforming mental health for all. ORGANIZATION, W. H. Switzerland: Department of Mental Health and Substance Use.: 296 p. 2022.

YADAV, G. S.; CIDRAL-FILHO, F. J.; IYER, R. B. Using Heartfulness Meditation and Brainwave Entrainment to Improve Teenage Mental Wellbeing. **Front Psychol**, 12, p. 742892, 2021.

YOKOI, Y.; NARITA, Z.; SUMIYOSHI, T. Transcranial Direct Current Stimulation in Depression and Psychosis: A Systematic Review. **Clin EEG Neurosci**, 49, n. 2, p. 93-102, Mar 2018.

ZAMARIOLA, G.; MAURAGE, P.; LUMINET, O.; CORNEILLE, O. Interoceptive accuracy scores from the heartbeat counting task are problematic: Evidence from simple bivariate correlations. **Biol Psychol**, v. 137, p. 12-17, Sep 2018.

3 ARTIGO 1 - CONFIABILIDADE DO TESTE DE CONTAGEM DOS BATIMENTOS CARDÍACOS PARA AVALIAR A INTEROCEPÇÃO

3.1 RESUMO

A interocepção refere-se à competência em perceber e interpretar as sensações internas que emergem do corpo. A abordagem mais comum para avaliar a interocepção é por meio de testes interoceptivos cardíacos, como o teste de contagem dos batimentos cardíacos (TCBC), que mede a precisão na percepção e contagem dos batimentos cardíacos durante um período, conhecida como acurácia interoceptiva (AcI). No entanto, a literatura é escassa em fornecer evidências adequadas de confiabilidade para essa medida. Além da AcI, é possível determinar a sensibilidade interoceptiva (SeI), que é a confiança autorrelatada no processo de contagem, e a consciência interoceptiva (CoI), que se trata da correspondência entre as medidas de AcI e SeI. Portanto, realizamos um estudo de confiabilidade teste-reteste do TCBC e investigamos o comportamento dos resultados do TCBC ao longo da tarefa. 31 adultos saudáveis (16 homens) com $M = 27,8$ $DP = 9,4$ anos de idade, realizaram dois TCBC consecutivos intercalados por um dia. As análises do coeficiente de correlação intraclassa (CCI), do erro padrão da medida (EPM) e da diferença mínima detectável (DM) mostraram confiabilidade relativa "Boa" para a AcI (CCI = 0,880; EPM = 0,263; DM = 0,728; $p < 0,001$), e 'Moderada' para SeI (CCI = 0,617; EPM = 0,648; DM = 1,797; $p < 0,001$) e CoI (CCI = 0,593; EPM = 0,227; DM = 0,628; $p < 0,001$). A confiabilidade absoluta mostrou baixos valores de limiares para a observação de efeitos verdadeiros nos desfechos do TCBC. Os resultados também mostraram que a redução do número de estágios no TCBC não influenciou os desfechos analisados. O TCBC mostrou-se confiável na determinação das competências interoceptivas em adultos saudáveis.

Palavras-chave: Interocepção, cardiocepção, testes de contagem, frequência cardíaca.

3.2 INTRODUÇÃO

A interocepção pode ser definida como a competência de perceber e interpretar sensações internas do corpo, como batimentos cardíacos, dor e temperatura (Quadt *et al.*, 2018). Geralmente, essas sensações estão relacionadas à atividade de sinais corporais originados no coração, pulmões, termorregulação, nociceptores e esforço físico (Craig, 2002; Marcora, 2009). De acordo com um modelo conceitual desenvolvido pela Garfinkel *et al.* (2015), a interocepção consiste em três dimensões diferentes, são elas: acurácia, sensibilidade e consciência. A acurácia interoceptiva (AcI) é a representação objetiva das sensações internas percebidas, enquanto a sensibilidade interoceptiva (SeI) é a avaliação subjetiva do indivíduo quanto à sua confiança na percepção dos sinais corporais (Garfinkel *et al.*, 2015). A correspondência metacognitiva entre AcI e SeI é a consciência interoceptiva (CoI), que se refere à uma adequada e consciente compreensão do que está acontecendo internamente no organismo (Garfinkel *et al.*, 2015).

A literatura tem mostrado que a detecção e interpretação de sinais corporais internos podem desempenhar um papel fundamental na saúde física e mental (Khalsa *et al.*, 2018; Machado *et al.*, 2019; Paolucci *et al.*, 2017). De fato, variações nas condições de saúde podem estar relacionadas a diferentes perfis interoceptivos, influenciando a capacidade de percepção e relato de sinais e sintomas (Murphy *et al.*, 2017; Quadt *et al.*, 2018), bem como aspectos emocionais (Critchley; Garfinkel, 2017). Está bem estabelecido que diferentes transtornos mentais afetam as habilidades interoceptivas dos indivíduos de maneiras específicas (Khalsa *et al.*, 2018). Portanto, indivíduos com comprometimento psicológico e/ou emocional são afetados por mecanismos interoceptivos que podem atuar minimizando ou atenuando os sinais e sintomas dos mais variados transtornos, como por exemplo, depressão, ansiedade, alexitimia, autismo e pânico (Brewer *et al.*, 2016; Dunn *et al.*, 2010; Ehlers; Breuer, 1992; Pollatos; Herbert; *et al.*, 2007; Schauder *et al.*, 2015). Além disso, o processamento interoceptivo pode estar ligado a mecanismos de fadiga que surgem a partir de sinais fornecidos pelo exercício físico (McMorris, 2020). Diante disso, parece relevante investigar se as medidas utilizadas para avaliar as competências interoceptivas são, de fato, confiáveis em termos de manutenção da estabilidade e consistência em múltiplos testes.

Abordagens para avaliar a interocepção tradicionalmente têm utilizado respostas cardíacas (Brener; Ring, 2016). Originalmente sugerido por Schandry (1981), o Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos (TCBC) indica competências interoceptivas por meio da contagem mental dos batimentos cardíacos durante um determinado período de tempo. Apesar de pequenas alterações, como número e duração dos estágios (Brener; Ring, 2016; Garfinkel *et*

al., 2015), o TCBC tem sido amplamente utilizado com a mesma proposta original, baseando-se na proximidade entre os batimentos cardíacos reais e os contados (Schandry, 1981). Indivíduos com alta precisão na contagem dos batimentos cardíacos são considerados como tendo maior AcI. Com o intuito de minimizar as tentativas dos indivíduos em prever os batimentos cardíacos com base no tempo, medidas de autorrelato foram criadas para avaliar a confiança na contagem. Essas medidas foram incorporadas a realização do TCBC por meio da utilização de escalas ou questionários para avaliar a confiança dos indivíduos em relação à sua contagem (Garfinkel *et al.*, 2015; Porges, 1993). Essa variável de confiança permite a determinação tanto da SeI quanto da CoI, proporcionando uma interpretação mais robusta das competências interoceptivas.

A literatura apresenta críticas ao TCBC por sua incapacidade de refletir a interocepção como um conceito abrangente (Zamariola *et al.*, 2018), e de que a contagem de batimentos cardíacos não está totalmente relacionada à detecção da frequência cardíaca (FC) (Ring; Brener, 2018). Apesar das limitações conceituais do TCBC, tem sido sugerido que esse teste é capaz de determinar adequadamente as competências interoceptivas baseadas em sinais cardíacos. Alguns estudos demonstraram que o teste é confiável (Ehlers; Breuer, 1992; Ferentzi *et al.*, 2018; Herbert *et al.*, 2011; Larsson *et al.*, 2021; Pollatos; Traut-Mattausch; *et al.*, 2007; Ring; Brener, 2018; Stevens *et al.*, 2011; Van der Does *et al.*, 1997; Wittkamp *et al.*, 2018). No entanto, alguns dos estudos anteriores apresentaram falhas no desenho experimental (ex., procedimentos estatísticos e de confiabilidade inadequados).

A confiabilidade refere-se à reprodutibilidade de um teste ou medida realizada várias vezes (Hopkins, 2000), entre examinadores (ex., inter-avaliador), dentro um examinador (ex., intra-avaliador) e sem influência do examinador (ex., teste-reteste) (Koo; Li, 2016). Nesse sentido, a análise da confiabilidade é importante para fornecer informações sobre o erro do poder de medida e de análise, sendo essencial para estimar o tamanho da amostra em pesquisas científicas, bem como fornecer parâmetros para a interpretação de medidas em cenários clínicos. Portanto, o objetivo do presente estudo foi determinar a confiabilidade teste-reteste do TCBC. Além disso, observamos o comportamento das variáveis de AcI, SeI e CoI ao longo dos estágios, uma vez que diferentes variações do TCBC (ex., número e duração dos estágios) foram utilizadas em estudos anteriores.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Participantes

Trinta e um adultos saudáveis, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 53 anos, concordaram voluntariamente em participar deste estudo, após serem convidados por meio de postagens nas redes sociais (*Instagram* e *Whatsapp*). Os participantes foram incluídos se: 1) estivessem na faixa etária limite entre 18 e 59 anos; e 2) não tivessem diagnóstico clínico de distúrbios neurológicos que pudessem interferir no desempenho do TCBC. É importante ressaltar que todos os participantes participaram de todas as etapas da pesquisa e nenhuma desistência foi registrada. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos sob o registro nº 4.606.418 (Conselho Nacional de Saúde nº 466/12), sendo conduzida de acordo com a declaração de Helsinque.

3.3.2 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de confiabilidade teste-reteste realizado em duas visitas intercaladas por 24 h. Na primeira visita, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) antes da avaliação da massa corporal, estatura, nível de atividade física, profissão, histórico de doenças e percepção dos batimentos cardíacos. Posteriormente, responderam o *Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness* (MAIA) (Mehling *et al.*, 2012). Por fim, ainda na primeira visita, os participantes foram familiarizados com o TCBC (3 a 5 estágios), antes de realizar a tarefa completa com 60 estágios, 5 min depois. Na segunda visita, os participantes repetiram o TCBC como na visita anterior. As características do estudo foram relatadas seguindo as recomendações do *Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies* (GRRAS) (Kottner *et al.*, 2011).

O tamanho ideal da amostra ($n = 29$) foi estimado por meio da calculadora web (https://wnarifin.github.io/ssc_web.html) fornecida por Arifin (2021). O tamanho da amostra foi estimado considerando um delineamento com duas repetições de observação, 80% de poder estatístico e 95% de significância estatística. A confiabilidade mínima aceitável (p_0) foi estabelecida em 0,76 e a confiabilidade esperada (p_1) em 0,91, de acordo com as avaliações de Koo e Li (2016) para garantir que o coeficiente de correlação intraclass (CCI) fosse classificado entre "Bom" e "Excelente". É importante ressaltar que valores de CCI "moderados" (0,50 - 0,75) não representariam confiabilidade insuficiente. No entanto, o intervalo entre "Bom" e "Excelente" foi usado para garantir que, mesmo no pior cenário, o CCI desejado permaneça em torno da classificação "Bom".

3.3.3 Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos (TCBC)

Resumidamente, o TCBC avalia a AcI do indivíduo, medindo a diferença entre os batimentos cardíacos percebidos e os reais (Garfinkel *et al.*, 2015). Quanto mais próxima a contagem estiver dos batimentos cardíacos reais, maior será a AcI. Os participantes foram posicionados sentados confortavelmente, com os braços estendidos sobre um apoio confortável, para que o oxímetro (Nonim OEM, Xpod 3012LP, Minnesota, EUA) fosse posicionado no dedo médio da mão direita. Os participantes realizaram o TCBC conforme recomendado por Larsson *et al.* (2021). As seguintes instruções foram dadas com base nos autores supracitados: "Você deve manter os olhos fechados e tentar perceber e contar silenciosamente seus batimentos cardíacos sem verificar manualmente ou eletronicamente seu pulso. Um software dará um sinal de "Start" e "Stop" para que você inicie e termine sua contagem. No sinal 'Stop', você será solicitado a relatar quantos batimentos cardíacos você contou durante esse período, bem como autorrelatar sua confiança na contagem".

Para avaliação da AcI, a tarefa foi realizada com 60 estágios de diferentes durações. Os estágios com duração de 18 s (n = 6), 20 s (n = 48) e 22 s (n = 6), foram realizados aleatoriamente entre os participantes, conforme sugerido por Larsson *et al.* (2021). Os participantes foram orientados a estimar mentalmente os batimentos cardíacos para avaliar a SeI, de modo que, ao final de cada bloco, eles relataram seu nível de confiança em estimar os batimentos cardíacos (ex., batimentos cardíacos percebidos). Eles classificaram sua SeI em uma escala que variou de 1 a 4, tendo itens correspondentes a: 1) Eu não sentia meus batimentos cardíacos; Estou completamente adivinhando o número de batidas; 2) Senti algo em meu coração, mas não tinha ideia do que estava contando, e não tenho confiança alguma em minha contagem; 3) Eu esporadicamente ou fracamente captava meus batimentos cardíacos; Minha contagem é baseada em algo, mas pode ser errada por uma pequena margem; e 4) senti claramente meus batimentos cardíacos e tenho plena confiança em minha contagem (Larsson *et al.*, 2021). A CoI foi avaliada por meio da correspondência entre a AcI e a SeI.

3.3.4 Análise estatística

A análise do CCI de efeitos mistos *two-way* (CCI_{3,1}) avaliou a confiabilidade relativa entre as medidas interoceptivas, como acurácia, sensibilidade e consciência, sendo interpretada como "Ruim" (< 0,5), "Moderada" (> 0,5 e < 0,75), "Boa" (> 0,75 e < 0,9) e "Excelente" (> 0,9) Koo e Li (2016). A confiabilidade absoluta foi calculada utilizando-se o erro padrão da medida (EPM) e a diferença mínima (DM) (Brietzke *et al.*, 2021; Weir, 2005). É importante ressaltar que o EPM representa a diferença mínima necessária para identificar um efeito

verdadeiro, de modo que diferenças pré/pós maiores que a DM sejam interpretadas como uma mudança real e clinicamente relevante (Weir (2005).

A AcI foi calculada (Equação 1) conforme proposto por Schandry (1981), enquanto a SeI foi avaliada como a média do participante na escala de confiança. A CoI foi avaliada por meio de um coeficiente de correlação de Pearson entre os escores de AcI e SeI, conforme sugerido por Garfinkel *et al.* (2015). Uma ANOVA *one-way* para medidas repetidas verificou se o número de estágios do TCBC interferiu no desempenho do teste, agrupando-se os blocos do TCBC em três blocos de momentos distintos: a) 1-20; b) 21-40; e c) 41-60. A correção de Bonferroni foi utilizada nas comparações múltiplas se os valores de p fossem significantes. Além disso, um teste t pareado foi realizado para comparar os blocos de momentos entre os estágios de 1-30 vs 31-60 do TCBC. Uma análise de Bland-Altman foi realizada para determinar a dispersão dos dados.

$$AcI = 1 - \frac{\text{batimentos reais} - \text{batimentos contados}}{\text{batimentos reais}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

AcI – Acurácia Interoceptiva

Batimentos reais - Número real de batimentos
cardíacos

Batimentos contados - Número relatado de
batimentos cardíacos

Os resultados foram expressos como média (*M*), desvio padrão (*DP*) e intervalo de confiança de 95% (*IC_{95%}*). Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS (v.23, IBM, New York, EUA) e os gráficos foram produzidos no GraphPad Prism (v.6, GraphPad Software, San Diego, EUA).

3.4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características dos participantes, como massa corporal, estatura e escores do MAIA. 83,9% dos participantes já haviam percebido mudanças na frequência cardíaca (FC) em algum momento de suas vidas. A média $\pm$ DP da FC durante a tarefa foi de $74,5 \pm 10,1$ bpm na visita 1 e de $77,0 \pm 8,7$ bpm na visita 2. Além disso, os batimentos cardíacos reais e contados foram, respectivamente, $24,8 \pm 3,4$ bpm e $16,6 \pm 5,3$ bpm na visita 1, e $25,7 \pm 2,9$ bpm e $18,9 \pm 6,2$ bpm na visita 2. É importante ressaltar que não houve diferenças significantes quando o TCBC foi dividido em três blocos com 20 estágios em cada ($F_{(1,820; 111)} = 0,005$; $p = 0,991$) ou em dois blocos com 30 estágios em cada ($t_{(61)} = 0,436$; $p = 0,664$), indicando que o TCBC não promoveu mudanças no comportamento das variáveis AcI, SeI e CoI ao longo da tarefa.

Tabela 1 - Características gerais dos participantes (n = 31)

Variáveis	Média (DP)
Idade (anos)	27,8 (9,4)
Peso (kg)	71,1 (14,1)
Estatura (m)	1,68 (0,10)
Frequência Total de Atividade Física (d/sem)	4,7 (1,2)
Tempo Total de Atividade Física (min/sem)	70,6 (24,3)
Respostas do MAIA	
Notar (u.a.)	3,7 (0,9)
Regulação de atenção (u.a.)	2,7 (1,0)
Geral (u.a.)	2,6 (0,5)

Nota: DP = desvio padrão; MAIA = *Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness*; u.a. = unidades arbitrárias.

Fonte: O autor (2024).

A análise do CCI revelou confiabilidade relativa "Boa" para a AcI (CCI = 0,880; IC_{95%} = 0,684; 0,949; $p < 0,001$), com valores de confiabilidade relativa variando entre "Moderada" a "Excelente". Por outro lado, foi observada confiabilidade "Moderada" para a SeI (CCI = 0,617; IC_{95%} = 0,345; 0,794; $p < 0,001$) e para a CoI (CCI = 0,593; IC_{95%} = 0,310; 0,780; $p < 0,001$), com valores individuais variando entre confiabilidade "Ruim" a "Boa".

A análise da confiabilidade absoluta indicou que as variáveis AcI, SeI e CoI apresentaram EPM de 0,263, 0,648 e 0,227, respectivamente, indicando os valores limiares para a observação de efeitos verdadeiros nos desfechos do TCBC. Além disso, os resultados da DM indicaram que os efeitos verdadeiros nos desfechos pré/pós do TCBC podem ser detectados

com alterações de 0,728, 1,797 e 0,628 para as variáveis de AcI, SeI e CoI, respectivamente. A Tabela 2 apresenta os valores de confiabilidade relativa e absoluta.

Tabela 2 - Confiabilidade relativa e absoluta do TCBC

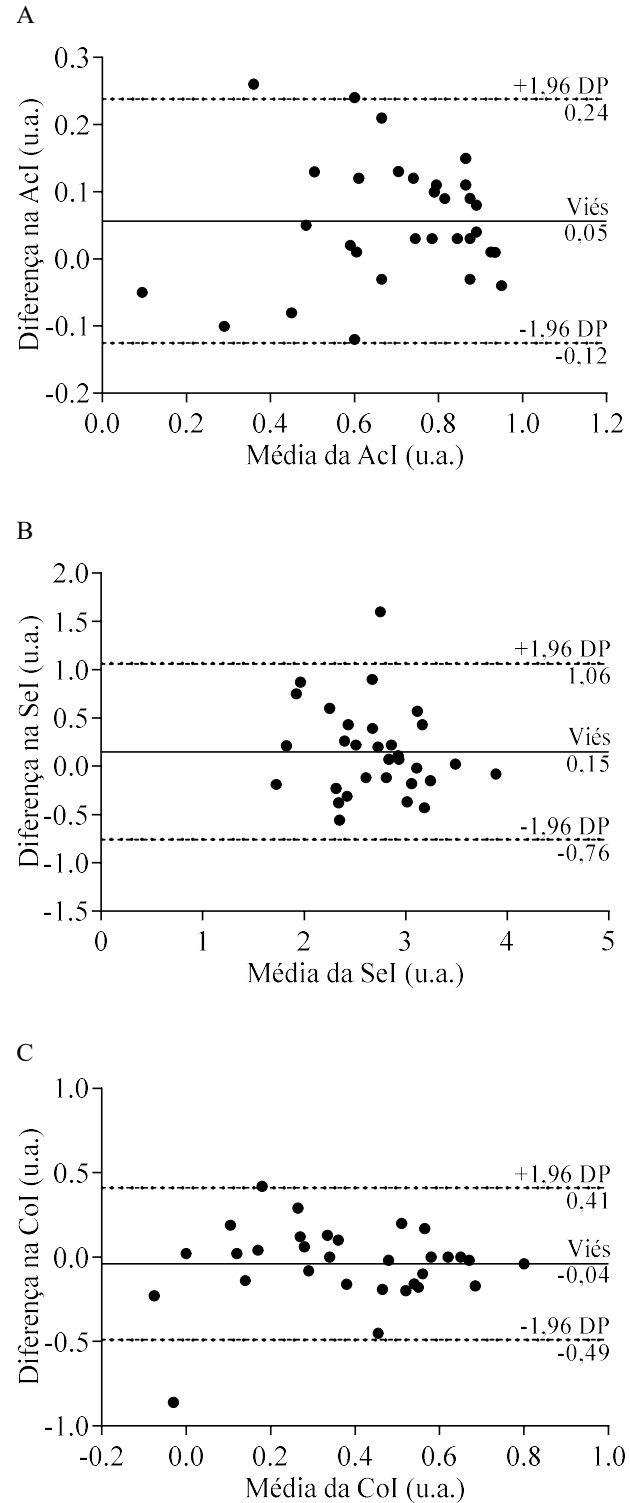
Variáveis	Média (DP)		Valores Relativos			Valores Absolutos	
	Visita 1	Visita 2	CCI _(3,1) (IC _{95%})	p	Classificação ¹	EPM	DM
AcI (u.a.)	0,67 (0,21)	0,73 (0,22)	0,880 (0,684; 0,949)	< 0,001	Boa (M - E)	0,263	0,728
SeI (u.a.)	2,62 (0,58)	2,77 (0,51)	0,617 (0,345; 0,794)	< 0,001	Moderada (P - B)	0,648	1,797
CoI (u.a.)	0,40 (0,25)	0,36 (0,26)	0,593 (0,310; 0,780)	< 0,001	Moderada (P - B)	0,227	0,628

Nota: TCBC = teste de contagem dos batimentos cardíacos; AcI = acurácia interoceptiva; SeI = sensibilidade interoceptiva; CoI = consciência interoceptiva; DP = desvio padrão; CCI = coeficiente de correlação intraclass; IC_{95%} = intervalo de confiança de 95%; EPM = erro padrão da medida; DM = diferença mínima; u.a. = unidades arbitrárias; M = Moderada; E = Excelente; P = Pobre; B = Boa; 1 = Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). *A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research*. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.

Fonte: O autor (2024).

A análise de Bland-Altman não sugeriu viés nas variáveis AcI, SeI e CoI, dada a dispersão observada dos dados. A Figura 1 mostra os resultados de Bland-Altman para AcI, SeI e CoI, respectivamente.

Figura 1. Análises de Bland-Altman dos desfechos do teste de contagem dos batimentos cardíacos. Nota: AcI = acurácia interoceptiva; SeI = sensibilidade interoceptiva; CoI = consciência interoceptiva; DP = desvio padrão; u.a. = unidades arbitrárias.



Fonte: O autor (2024).

3.5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi determinar a confiabilidade e a influência do número total de estágios nos desfechos do TCBC. Juntamente com diferenças não significantes nos desfechos de TCBC entre as visitas, observamos confiabilidade relativa de moderada a boa nas competências interoceptivas de AcI, SeI e CoI, sugerindo que o TCBC pode produzir respostas estáveis e consistentes da sinalização interoceptiva cardíaca. Além disso, mostramos que a redução do número de estágios na tarefa não exerceu qualquer impacto nos resultados do TCBC.

Um índice de confiabilidade relativa expresso pelo CCI pode ser considerado adequado para refletir a estabilidade e a consistência de medidas repetidas (Koo; Li, 2016). De fato, métodos alternativos de confiabilidade relativa, como os testes de correlação de Pearson ou *split trials*, têm problemas metodológicos, pois erros que ocorrem devido a pequenos vieses derivados da amostra e divisões inadequadas de estudos isolados podem afetar a interpretação dos resultados (Hopkins, 2000; Weir, 2005). Nesse sentido, é necessário cautela ao interpretar resultados de estudos anteriores que avaliaram a confiabilidade relativa nos desfechos do TCBC por meio de abordagens como os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman (Ferentzi *et al.*, 2018; Herbert *et al.*, 2011; Larsson *et al.*, 2021; Pollatos; Traut-Mattausch; *et al.*, 2007; Ring; Brener, 2018; Stevens *et al.*, 2011; Van der Does *et al.*, 1997), uma vez que coeficientes de correlação altos e significantes não indicam necessariamente forte confiabilidade, mas, sim, certa proporcionalidade entre as medidas.

De acordo com Weir (2005), o coeficiente de correlação de Pearson não é adequado para a confiabilidade teste-reteste, pois não pode lidar com erros sistemáticos derivados de instrumentação e procedimentos. Até onde sabemos, o estudo de Wittkamp *et al.* (2018) foi o primeiro a utilizar as medidas do CCI para determinar a confiabilidade do TCBC. Os autores encontraram menor confiabilidade (CCI = 0,42; IC_{95%} = 0,27; 0,58) quando comparado ao presente estudo (CCI = 0,880; IC_{95%} = 0,684; 0,949) para AcI. A diferença entre os valores de CCI aqui encontrada em relação ao estudo de Wittkamp *et al.* (2018) pode ser explicado pelo fato do nosso estudo apresentar um desenho exclusivamente dedicado a testar a confiabilidade do TCBC. Além disso, destaca-se a utilização de um protocolo mais robusto (ex., 60 estágios) e, de forma original, a mensuração da confiabilidade para medidas de SeI e CoI. Utilizando os resultados do CCI, observamos que a interocepção avaliada pela AcI do TCBC apresentou boa confiabilidade, embora a SeI e a CoI tenham sido moderadas.

Vale ressaltar que a confiabilidade absoluta pode atuar como um complemento à confiabilidade relativa, uma vez que as medidas absolutas podem ser mais aplicáveis do que o

CCI, pois refletem o erro de medida, mantendo as variáveis avaliadas como originalmente mensuradas (Weir, 2005). Em nossos resultados, todos os participantes apresentaram EPM e DM para AcI abaixo de 0,263 e 0,728, respectivamente, representando uma não mudança no desempenho do TCBC. Como não houve valores superiores aos escores de EPM e DM, pode-se sugerir confiabilidade absoluta relevante entre as visitas. Além disso, os resultados da SeI mostraram que 7 indivíduos apresentaram escores de EPM e DM acima de 0,648 e 1,797, respectivamente, sugerindo mudanças reais na confiabilidade absoluta para essa variável. Considerando que a variável de CoI é correspondente às mudanças na AcI e SeI, seus valores foram impactados pela estabilidade e consistência moderadas mostradas pelo SeI. Portanto, o TCBC pode ser recomendado para avaliar a AcI com certo nível de confiança, embora as variáveis SeI e CoI possam ser menos consistentes. Estudos futuros são necessários para investigar se os limiares de EPM e DM podem ser usados como pontos de corte para separar indivíduos com baixa e alta interocepção, e se eles permanecem semelhantes em diferentes populações (ex., atletas, idosos, sedentários, etc).

Estabelecer pontos de corte para o nível de interocepção é uma estratégia muito comum, embora ainda careça de evidências mais substanciais. A forma como os indivíduos são estratificados, de acordo com seu nível de percepção dos sinais internos (ex., bons ou maus percebedores), parece não ter robustez teórica suficiente, uma vez que diferentes pontos de corte foram utilizados na literatura (ex., 0,4; 0,6; 0,65; 0,66; 0,69; 0,7; 0,8; 0,85; 0,86) para dividir a amostra em grupos de baixa e alta interocepção (Filippetti; Tsakiris, 2017; Garfinkel *et al.*, 2015; Herbert *et al.*, 2012; Hill *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2019; Zamariola *et al.*, 2018). Outra preocupação diz respeito às equações utilizadas para determinar os níveis de AcI, onde, de acordo com nossa observação, foi possível identificar quatro diferentes fórmulas utilizadas nos estudos (Chick *et al.*, 2020; Garfinkel *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2019; Schandry, 1981). No estudo de Rae *et al.* (2020) foi destacada a utilização de uma equação alternativa à proposta por Schandry (1981), que parece ser mais apropriada nos casos em que os indivíduos superestimam a contagem de batimentos cardíacos. No entanto, nenhum participante do presente estudo apresentou esse padrão. Embora essas equações produzam resultados semelhantes, é necessário estabelecer critérios mais bem definidos para determinar a AcI, especialmente que considerem o erro de medida e não apenas a diferença média entre os batimentos cardíacos contados e reais.

Um ponto relevante a ser destacado a partir dos resultados do presente estudo é que não parece ser necessária a realização de protocolos de TCBC muito extensos. Originalmente popularizado com três estágios e durações de 25 s, 35 s e 45 s (Schandry, 1981), o TCBC sofreu alterações ao longo dos anos, seja com diferentes números totais de estágios (ex., 4, 5, 6 e 60)

ou com diferentes durações (ex., 25 s; 30 s; 35 s; 40 s; 45 s; 50 s; 55 s) (Garfinkel *et al.*, 2015; Herbert *et al.*, 2012; Larsson *et al.*, 2021; Ueno *et al.*, 2020). Nossos resultados sugerem que a realização do teste com 20 ou 30 estágios não resulta em desempenho reduzido. No presente estudo, alguns participantes relataram cansaço, sonolência, perda de concentração, perda de atenção e fadiga mental durante o TCBC com 60 estágios. Sugere-se, então, a realização de TCBC com menos estágios para minimizar possíveis efeitos da perda de cognição devido à atenção sustentada por um longo período.

Do ponto de vista da aplicabilidade, alguns aspectos e limitações precisam ser considerados. Em primeiro lugar, é questionável se as medidas de TCBC refletem o conceito de interocepção na sua totalidade. É possível que testes objetivos para determinar a AcI, como o TCBC, meçam aspectos diferentes daqueles oferecidos por medidas subjetivas de autorrelato (ex., MAIA, escalas Likert) ou outros tipos de testes (ex., TDBC, *Water Load Test*, *Breathing Learning Task*). Esta ideia é apoiada pelo estudo de Murphy *et al.* (2020), que mostra que há uma distinção entre estimativas de AcI e a atenção. Os autores também recomendam que a relação entre medidas de interocepção objetiva e subjetiva seja estabelecida apenas se os aspectos interoceptivos mensurados forem os mesmos.

A simples representação por meio da percepção de sinais cardíacos pode gerar interpretações limitadas, pois a interocepção é uma capacidade que inclui outros aspectos como percepção visceral, da respiração, dor, sede, fome e várias outras sensações (Craig, 2002). O estudo de Zamariola *et al.* (2018) criticou o conceito teórico por trás dos testes de percepção do sinal cardíaco, sugerindo que eles não são capazes de fornecer dados sensíveis sobre a interocepção global. No entanto, alguns estudos (Herbert *et al.*, 2012; Ketai *et al.*, 2021; van Dyck *et al.*, 2016) investigaram a relação entre a percepção de sinais cardíacos e outros sinais internos (ex., gástricos e urinários). Outros estudos também investigaram a relevância dos sinais interoceptivos no exercício físico (Hill *et al.*, 2017; Kósa *et al.*, 2021; Machado *et al.*, 2019).

Em segundo lugar, como destacado em estudos anteriores (Brenner; Ring, 2016; Larsson *et al.*, 2021), é possível que fatores como a inteligência global do indivíduo, a capacidade de percepção de tempo e o conhecimento prévio de sua frequência cardíaca possam exercer impactos nos resultados do TCBC. No entanto, um protocolo bem organizado reduz a possibilidade de viés durante a realização do TCBC, incluindo a escala de confiança utilizada (Larsson *et al.*, 2021), que prevê possíveis situações que podem ocorrer durante a percepção e contagem dos batimentos cardíacos. Em terceiro lugar, a análise de Bland-Altman oferece uma observação da dispersão dos dados que corrobora os resultados de confiabilidade relativa e absoluta, mostrando que os indivíduos permaneceram em uma área de concentração com baixa

variação interindividual. Finalmente, é possível que certas ocorrências na vida dos participantes (ex., estresse emocional, ansiedade, má qualidade do sono), bem como fatores ambientais externos (ex., ruído, frio, calor) possam afetar o desempenho durante o TCBC. No entanto, todos os procedimentos utilizados e as orientações dadas aos participantes tiveram o intuito de minimizar esses efeitos.

3.6 CONCLUSÃO

Os resultados do TCBC foram confiáveis na determinação das competências interoceptivas em adultos saudáveis. Enquanto os resultados de AcI mostraram resultados estáveis (ex., não se modificando em poucos dias) e consistentes (ex., não mudando dentro de horas) nas análises de confiabilidade relativa e absoluta, a SeI e a CoI mostraram níveis de confiabilidade mais baixos, exigindo cautela em sua aplicação.

REFERÊNCIAS

- ARIFIN, W. N. **Sample size calculator (web)**. 2021. Disponível em: <http://wnarifin.github.io>.
- BRENER, J.; RING, C. Towards a psychophysics of interoceptive processes: the measurement of heartbeat detection. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, 371, n. 1708, Nov 19 2016.
- BREWER, R.; COOK, R.; BIRD, G. Alexithymia: a general deficit of interoception. **R Soc Open Sci**, v. 3, n. 10, p. 150664, Oct 2016.
- BRIETZKE, C.; VINÍCIUS, Í.; FRANCO-ALVARENGA, P. E.; CANESTRI, R. *et al.* Proof-of-Concept and Test-Retest Reliability Study of Psychological and Physiological Variables of the Mental Fatigue Paradigm. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18, n. 18, 2021.
- CHICK, C. F.; ROUNDS, J. D.; HILL, A. B.; ANDERSON, A. K. My body, your emotions: Viscerosomatic modulation of facial expression discrimination. **Biol Psychol**, 149, p. 107779, Jan 2020.
- CRAIG, A. D. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. **Nat Rev Neurosci**, 3, n. 8, p. 655-666, Aug 2002.
- CRITCHLEY, H. D.; GARFINKEL, S. N. Interoception and emotion. **Current Opinion in Psychology**, 17, p. 7-14, 2017/10/01/ 2017.
- DUNN, B. D.; STEFANOVITCH, I.; EVANS, D.; OLIVER, C. *et al.* Can you feel the beat? Interoceptive awareness is an interactive function of anxiety- and depression-specific symptom dimensions. **Behav Res Ther**, v. 48, n. 11, p. 1133-1138, Nov 2010.
- EHLERS, A.; BREUER, P. Increased cardiac awareness in panic disorder. **J Abnorm Psychol**, 101, n. 3, p. 371-382, Aug 1992.

FERENTZI, E.; DREW, R.; TIHANYI, B. T.; KÖTELES, F. Interoceptive accuracy and body awareness—Temporal and longitudinal associations in a non-clinical sample. **Physiology & behavior**, 184, p. 100-107, 2018.

FILIPPETTI, M. L.; TSAKIRIS, M. Heartfelt embodiment: Changes in body-ownership and self-identification produce distinct changes in interoceptive accuracy. **Cognition**, 159, p. 1-10, Feb 2017.

GARFINKEL, S. N.; SETH, A. K.; BARRETT, A. B.; SUZUKI, K. *et al.* Knowing your own heart: distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. **Biol Psychol**, v. 104, p. 65-74, Jan 2015.

HERBERT, B. M.; HERBERT, C.; POLLATOS, O. On the relationship between interoceptive awareness and alexithymia: is interoceptive awareness related to emotional awareness? **J Pers**, 79, n. 5, p. 1149-1175, Oct 2011.

HERBERT, B. M.; MUTH, E. R.; POLLATOS, O.; HERBERT, C. Interoception across modalities: on the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. **PloS one**, 7, n. 5, p. e36646, 2012.

HILL, A.; SCHÜCKER, L.; HAGEMANN, N.; STRAUß, B. Further Evidence for an External Focus of Attention in Running: Looking at Specific Focus Instructions and Individual Differences. **J Sport Exerc Psychol**, 39, n. 5, p. 352-365, Oct 1 2017.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Med**, 30, n. 1, p. 1-15, Jul 2000.

KETAI, L. H.; KOMESU, Y. M.; SCHRADER, R. M.; ROGERS, R. G. *et al.* Mind-body (hypnotherapy) treatment of women with urgency urinary incontinence: changes in brain attentional networks. **Am J Obstet Gynecol**, 224, n. 5, p. 498.e491-498.e410, May 2021.

KHALSA, S. S.; ADOLPHS, R.; CAMERON, O. G.; CRITCHLEY, H. D. *et al.* Interoception and Mental Health: A Roadmap. **Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging**, v. 3, n. 6, p. 501-513, Jun 2018.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **J Chiropr Med**, 15, n. 2, p. 155-163, Jun 2016.

KÓSA, L.; MIKÓ, A.; FERENTZI, E.; SZABOLCS, Z. *et al.* Body focus and cardioceptive accuracy are not associated with physical performance and perceived fatigue in a sample of individuals with regular physical activity. **Psychophysiology**, 58, n. 9, p. e13880, Sep 2021.

KOTTNER, J.; AUDIGÉ, L.; BRORSON, S.; DONNER, A. *et al.* Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. **International journal of nursing studies**, 48, n. 6, p. 661-671, 2011.

LARSSON, D. E. O.; ESPOSITO, G.; CRITCHLEY, H. D.; DIENES, Z. *et al.* Sensitivity to changes in rate of heartbeats as a measure of interoceptive ability. **Journal of Neurophysiology**, 126, n. 5, p. 1799-1813, 2021/11/01 2021.

MACHADO, D.; FARIAS JUNIOR, L. F.; NASCIMENTO, P.; TAVARES, M. P. M. *et al.* Can interoceptive accuracy influence maximal performance, physiological and perceptual responses to exercise? **Physiol Behav**, v. 204, p. 234-240, May 15 2019.

MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **J Appl Physiol (1985)**, 106, n. 6, p. 2060-2062, Jun 2009.

MCMORRIS, T. Cognitive Fatigue Effects on Physical Performance: The Role of Interoception. **Sports Med**, 50, n. 10, p. 1703-1708, Oct 2020.

MEHLING, W. E.; PRICE, C.; DAUBENMIER, J. J.; ACREE, M. *et al.* The multidimensional assessment of interoceptive awareness (MAIA). **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e48230, 2012.

MURPHY, J.; BREWER, R.; CATMUR, C.; BIRD, G. Interoception and psychopathology: A developmental neuroscience perspective. **Dev Cogn Neurosci**, v. 23, p. 45-56, Feb 2017.

MURPHY, J.; BREWER, R.; PLANS, D.; KHALSA, S. S. *et al.* Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. **Q J Exp Psychol (Hove)**, 73, n. 1, p. 115-133, Jan 2020.

PAOLUCCI, T.; ZANGRANDO, F.; IOSA, M.; DE ANGELIS, S. *et al.* Improved interoceptive awareness in chronic low back pain: a comparison of Back school versus Feldenkrais method. **Disabil Rehabil**, 39, n. 10, p. 994-1001, May 2017.

POLLATOS, O.; HERBERT, B. M.; KAUFMANN, C.; AUER, D. P. *et al.* Interoceptive awareness, anxiety and cardiovascular reactivity to isometric exercise. **Int J Psychophysiol**, v. 65, n. 2, p. 167-173, Aug 2007.

POLLATOS, O.; TRAUT-MATTAUSCH, E.; SCHROEDER, H.; SCHANDRY, R. Interoceptive awareness mediates the relationship between anxiety and the intensity of unpleasant feelings. **J Anxiety Disord**, 21, n. 7, p. 931-943, 2007.

PORGES, S. Body perception questionnaire. **Laboratory of Developmental Assessment, University of Maryland**, 1993.

QUADT, L.; CRITCHLEY, H. D.; GARFINKEL, S. N. The neurobiology of interoception in health and disease. **Ann N Y Acad Sci**, 1428, n. 1, p. 112-128, Sep 2018.

RAE, C. L.; AHMAD, A.; LARSSON, D. E. O.; SILVA, M. *et al.* Impact of cardiac interoception cues and confidence on voluntary decisions to make or withhold action in an intentional inhibition task. **Scientific Reports**, 10, n. 1, p. 4184, 2020/03/06 2020.

RING, C.; BRENER, J. Heartbeat counting is unrelated to heartbeat detection: A comparison of methods to quantify interoception. **Psychophysiology**, 55, n. 9, p. e13084, Sep 2018.

SCHANDRY, R. Heart beat perception and emotional experience. **Psychophysiology**, v. 18, n. 4, p. 483-488, 1981.

SCHAUDER, K. B.; MASH, L. E.; BRYANT, L. K.; CASCIO, C. J. Interoceptive ability and body awareness in autism spectrum disorder. **J Exp Child Psychol**, 131, p. 193-200, Mar 2015.

STEVENS, S.; GERLACH, A. L.; CLUDIUS, B.; SILKENS, A. *et al.* Heartbeat perception in social anxiety before and during speech anticipation. **Behav Res Ther**, 49, n. 2, p. 138-143, Feb 2011.

UENO, D.; MATSUOKA, T.; KATO, Y.; AYANI, N. *et al.* Individual Differences in Interoceptive Accuracy Are Correlated With Salience Network Connectivity in Older Adults. **Front Aging Neurosci**, 12, p. 592002, 2020.

VAN DER DOES, A. J.; VAN DYCK, R.; SPINHOVEN, P. Accurate heartbeat perception in panic disorder: fact and artefact. **J Affect Disord**, 43, n. 2, p. 121-130, Apr 1997.

VAN DYCK, Z.; VÖGELE, C.; BLECHERT, J.; LUTZ, A. P. *et al.* The Water Load Test As a Measure of Gastric Interoception: Development of a Two-Stage Protocol and Application to a Healthy Female Population. **PLoS One**, 11, n. 9, p. e0163574, 2016.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **J Strength Cond Res**, 19, n. 1, p. 231-240, Feb 2005.

WITTKAMP, M. F.; BERTSCH, K.; VÖGELE, C.; SCHULZ, A. A latent state-trait analysis of interoceptive accuracy. **Psychophysiology**, 55, n. 6, p. e13055, Jun 2018.

ZAMARIOLA, G.; MAURAGE, P.; LUMINET, O.; CORNEILLE, O. Interoceptive accuracy scores from the heartbeat counting task are problematic: Evidence from simple bivariate correlations. **Biol Psychol**, v. 137, p. 12-17, Sep 2018.

4 ARTIGO 2 - EFEITOS AGUDOS DOS BATIMENTOS BINAURAIS SOBRE A INTEROCEPÇÃO EM INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE DEPRESSÃO

4.1 RESUMO

O estudo investigou o potencial das estimulações por batimentos binaurais (BB) nas frequências Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz) em alterar a acurácia (AcI) e a sensibilidade interoceptiva (SeI) em indivíduos com sintomas de depressão. Foram incluídos 52 indivíduos (34 mulheres), com média de idade de $22,7 \pm 5,06$ anos. Após uma avaliação inicial, os participantes foram submetidos a sessões de estimulação por BB seguidas de testes de contagem dos batimentos cardíacos (TCBC). As estimulações por BB reduziram significativamente ($p < 0,05$) a frequência cardíaca durante as estimulações Beta ($81,55 \pm 13,54$ bpm) e Gama ($81,11 \pm 13,54$ bpm) em comparação com o momento de repouso pré estimulações ($85,44 \pm 13,89$ bpm). Não foram encontradas diferenças significantes para as variáveis de AcI e SeI durante o protocolo. Os resultados sugerem que apesar da influência sobre a frequência cardíaca, a estimulação aguda por BB nas frequências Beta e Gama não aumentou a atenção às sensações interoceptivas. Este estudo contribui para a compreensão dos possíveis efeitos terapêuticos dos BB, e sugere a necessidade de novas investigações para adaptação desta técnica de estimulação, com o objetivo de atender às necessidades específicas de pessoas com sintomas de depressão.

Palavras-chave: depressão, estimulação sonora, interocepção.

4.2 INTRODUÇÃO

Indivíduos com sintomas de depressão podem se beneficiar de tratamentos alternativos às estratégias existentes mais tradicionais (ex., uso de antidepressivos). Dentre estas estratégias, destacam-se terapias psicocognitivas (Okuyama *et al.*, 2017), e estimulações transcraniana (Rizvi; Khan, 2019). Embora esses métodos sejam comprovadamente eficazes, sua baixa aplicabilidade prática e/ou potenciais efeitos adversos, podem ser dificultar a viabilidade. Nesse sentido, o uso de técnicas mais simples e acessíveis (ex., estimulações sonoras e exercício físico) pode oferecer potenciais benefícios as pessoas com sintomas de depressão.

Recentemente, tem sido observado um crescimento no uso de técnicas de estimulação sonora que necessitam apenas do uso de fones de ouvido. Uma delas é chamada de Batimentos Binaurais (BB), que consiste na aplicação de diferentes frequências sonoras em cada ouvido, que se misturam e produzem uma única frequência (Oster, 1973). Evidências sugerem que a estimulação com BB pode trazer benefícios associados a aspectos de cognição, humor, memória, atenção e sono (Basu; Banerjee, 2022; Chaieb *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2019). No entanto, em indivíduos com sintomas de depressão, os benefícios dos BB ainda são limitados, devido ao baixo número de estudos e à grande heterogeneidade metodológica entre eles (da Silva Junior *et al.*, 2019; Daengruan *et al.*, 2021; Wahbeh; Calabrese; Zwickey, 2007; Wahbeh; Calabrese; Zwickey; *et al.*, 2007; Yadav *et al.*, 2021).

Sugere-se que a diferença entre duas frequências moduladoras aplicadas em cada ouvido (ex., 100 Hz no ouvido direito e 110 Hz no ouvido esquerdo), produzam uma frequência fundamental que forma o BB (Gao *et al.*, 2014), que conforme o exemplo anterior, seria equivalente a 10 Hz. A principal teoria que busca explicar os possíveis mecanismos por trás da estimulação com BB é a proposta por Marsh *et al.* (1970), que sugere que o cérebro, para manter a homeostase, equalizará sua atividade elétrica de acordo com a frequência fundamental de estimulação. Alguns estudos sugerem que a estimulação por BB pode afetar aspectos como a conectividade cerebral funcional (Gao *et al.*, 2014; Orozco Perez *et al.*, 2020) e atividade parassimpática pós-exercício (McConnell *et al.*, 2014). Por outro lado, já foi demonstrado que os BB podem não ser efetivos em alterar a atividade elétrica cortical (López-Caballero; Escera, 2017).

Embora os efeitos dos BB na alteração das ondas cerebrais ainda careçam de evidências mais robustas, seu uso parece promissor como um método prático e acessível, que pode atuar na estimulação de processos cognitivos de ganhos de memória e atenção. Em uma meta-análise realizada por Basu e Banerjee (2022), um tamanho de efeito moderado (Hedge's $g = 0,5$; $IC_{95\%} = 0,24; 0,76$) foi encontrado na aplicação dos BB para melhorias na memória e atenção. No

entanto, um alto nível de heterogeneidade foi encontrado devido à natureza exploratória de muitos estudos incluídos ($I^2 = 73\%$), que apresentam diferentes características: (a) delineamentos experimentais; (b) frequências utilizadas; e (c) duração dos estímulos. Considerando que a diminuição da capacidade de concentração é um dos sintomas observados em pacientes depressivos (APA, 2014), é possível que indivíduos com sintomas de depressão possam ser afetados do ponto de vista cognitivo (Varghese *et al.*, 2022), com a redução da capacidade de atenção (Keller *et al.*, 2019), incluindo às sinalizações sensoriais internas do corpo.

Dessa forma, sugere-se que os BB podem contribuir para melhorar a atenção e a percepção dos sinais corporais internos. A capacidade de perceber sinais internos do corpo é chamada de interocepção (Quadt *et al.*, 2018) e pode ser objetivamente determinada a partir de testes que medem os batimentos cardíacos (Legrand *et al.*, 2022; Schandry, 1981), respiração (Harrison *et al.*, 2021), atividade gástrica (Herbert *et al.*, 2012) e atividade urinária (Ketai *et al.*, 2021). Até onde sabemos, nenhum estudo anterior teve como objetivo investigar os efeitos dos BB na interocepção. Estudos anteriores (Jirakittayakorn; Wongsawat, 2017; 2018) já demonstraram que os BB em frequências mais baixas (ex., Delta 1 - 3 Hz, Theta 4 - 7 Hz e Alpha 8 - 12 Hz) estão associados a atividades de maior relaxamento, sonolência e meditação. Com base nisso, a hipótese do presente estudo é que as estimulações em frequências mais altas (ex., Beta: 13 - 30 Hz e Gama: 30 - 100 Hz), frequentemente associadas a processos cognitivos atencionais (Beauchene *et al.*, 2017; Crespo *et al.*, 2013), produzirão um efeito de maior atenção interoceptiva em um teste de percepção e detecção de batimentos cardíacos. O objetivo do presente estudo é investigar se a estimulação por BB nas frequências Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz) alterará agudamente a acurácia (AcI) e a sensibilidade interoceptiva (SeI) de indivíduos com sintomas de depressão.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 Participantes

Cinquenta e seis homens e mulheres foram recrutados para participar do presente estudo por meio de postagens em redes sociais (ex., WhatsApp, Instagram). Foram incluídos indivíduos maiores de 18 anos e que apresentaram sintomas de depressão de acordo com o *Beck Depression Inventory* (BDI) (Beck *et al.*, 1961). Quatro participantes foram excluídos devido a desistências após o recrutamento, resultando em uma amostra de 52 indivíduos (34 mulheres), com idade média de $22,7 \pm 5,06$ anos. O tamanho da amostra foi determinado por meio de cálculo a priori utilizando o software *G*power* (versão 3.1, Düsseldorf, Alemanha), para uma ANOVA *one-way* de medidas repetidas. Os seguintes parâmetros foram utilizados considerando a variável de AcI: tamanho do efeito (f) = 0,2; erro alfa (α) = 0,05; poder ($1 - \beta$) = 0,8; número de grupos = 1; número de medidas = 3; correlação entre medidas repetidas = 0,5; e correção de não esfericidade = 1,0. O tamanho amostral sugerido foi de 42 participantes. O presente estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da instituição (5.530.992).

4.3.2 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo experimental com delineamento *between-subjects*, realizado durante visita única ao laboratório. Cada visita ocorreu individualmente, tipicamente pela manhã, em uma sala silenciosa com temperatura controlada ($\approx 23^{\circ}\text{C}$). Ao chegarem ao laboratório, os procedimentos da pesquisa foram explicados aos participantes, que após o consentimento, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, foram realizadas as medidas antropométricas de peso e altura, e solicitou-se aos participantes que preenchessem a versão adaptada para o português do questionário BDI (Gorenstein; Andrade, 1996), da *Interoceptive Attribution of Physical Effort Scale* (IAPES) (Santos *et al.*, NP) e da *Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness* (MAIA) (Mehling *et al.*, 2018), para determinar o nível de sintomas de depressão, atribuição interoceptiva e consciência interoceptiva respectivamente. O questionário internacional de atividade física (IPAQ) (Matsudo *et al.*, 2012), foi utilizado para determinar o nível de atividade física dos participantes. Finalmente, foi realizado um protocolo randomizado, que consistiu em: (a) medida pré do Teste de Contagem dos Batimentos Cardíacos (TCBC); (b) primeira estimulação por BB; (c) segunda medida do TCBC; (d) segunda estimulação por BB; e (e) terceira medida do TCBC. A duração total da visita foi de aproximadamente 60 minutos. As estimulações por BB nas frequências

Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz) foram randomizadas para minimizar o efeito de ordem utilizando um endereço eletrônico online (randomizer.org).

4.3.3 Procedimentos

O protocolo experimental consistiu na realização de TCBC sucessivos (ex., três blocos) intercalados com estímulos por BB (ex., duas frequências diferentes). Inicialmente, os participantes foram solicitados a permanecer sentados em uma posição confortável com um monitor de frequência cardíaca (FC) (*Verity Sense*, Polar, Kempele, Finlândia) acoplado ao braço. Para determinar a AcI e a SeI, um TCBC em repouso foi conduzido com três estágios e durações aleatórias de 18, 20 e 22 segundos. O TCBC é um teste que mede o nível de interocepção cardíaca com base na precisão da detecção de batimentos cardíacos. Quanto mais próxima a contagem dos batimentos cardíacos estiver dos batimentos reais, maior será a AcI. As instruções para a realização do TCBC foram baseadas nas recomendações de Larsson *et al.* (2021). Além da AcI, ao final de cada estágio, uma escala foi utilizada para determinar o nível de confiança (ex., SeI) no processo de contagem dos batimentos cardíacos. A escala, que variava de 1 a 4, foi proposta por Larsson *et al.* (2021) e inclui os seguintes descritores: 1) Não senti meus batimentos cardíacos; Estou completamente adivinhando o número de batidas; 2) Senti algo em meu coração, mas não tinha ideia do que estava contando, e não tenho confiança em minha contagem; 3) Eu esporadicamente ou fracamente sentia meus batimentos cardíacos; minha contagem é baseada em algo, mas pode estar errada por uma pequena margem; e 4) Senti claramente meus batimentos cardíacos e tenho plena confiança em minha contagem.

Após o TCBC de repouso, a primeira estimulação por BB na frequência Beta ou Gama foi conduzida. As estimulações tiveram duração de cinco minutos, durante os quais os indivíduos permaneceram sentados com os olhos abertos, usando fones específicos para cada ouvido e, com monitoramento contínuo da FC. A frequência utilizada nos BB foi de 550 Hz aplicados no ouvido esquerdo, conforme sugerido por Gao *et al.* (2014), com base em Perrott e Nelson (1969). Para gerar a frequência fundamental, frequências de 570 ou 590 Hz foram aplicados no ouvido direito para gerar, respectivamente, as frequências de modulação Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz). O volume do áudio foi ajustado para cerca de 70 decibéis. Ao final de cada estimulação com BB, os participantes repetiram o TCBC, resultando em um protocolo com duração aproximada de 24 min. Após completar os três blocos de TCBC e as duas estimulações por BB, cada participante avaliou seu nível percebido de desconforto auditivo (“Que nível de desconforto auditivo você teve durante a sessão?”) e fadiga mental (“Que nível

de fadiga mental você teve durante a sessão?”) em uma Escala Visual Analógica (variando de 0 = nenhum a 10 = extremo).

4.3.4 Análise estatística

A normalidade dos dados foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk. A esfericidade foi verificada a partir do teste de Mauchly. Os dados são apresentados como média e desvio padrão. Para determinar se o tipo de estimulação por BB (Beta vs Gama) provocou efeitos agudos sobre a FC e sobre as respostas interoceptivas (AcI e SeI), foram realizadas ANOVAs *one-way* de medidas repetidas, com três momentos (Repouso, Pós Beta e Pós Gama). O teste de Friedman foi realizado em caso de dados não paramétricos e, quando necessário, foram aplicadas as correções *post hoc* de Bonferroni ou Conover. A significância estatística foi considerada quando os valores de $p < 0,05$. As análises foram realizadas utilizando o software JASP (versão 17.2.1, Amsterdã, Holanda).

4.4 RESULTADOS

As características gerais dos participantes estão apresentadas na Tabela 3. No geral, os participantes apresentaram níveis ‘leves a moderados’ de sintomas de depressão ($13,65 \pm 7,65$ u.a.), de acordo com as recomendações de Beck *et al.* (1988) e 44,23% apresentaram níveis de atividade física (> 150 min.semana⁻¹) que atendem às recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM, 2022). O tempo médio gasto em comportamentos sedentários foi superior à $7,63 \pm 3,27$ horas.dia⁻¹.

Tabela 3 - Características dos participantes (n = 52)

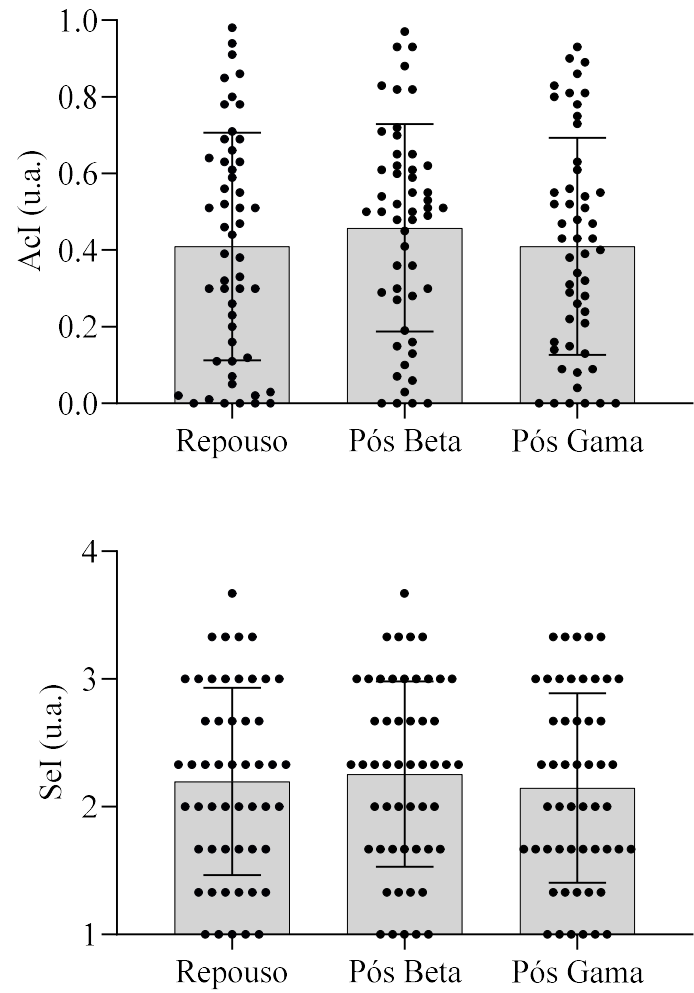
Variável	Média	DP
Idade (anos)	22,73	5,06
Estatura (m)	1,65	0,09
Peso (kg)	64,65	11,47
FC _{Rep} (bpm)	80,41	14,55
BDI escore (u.a.)	13,65	7,65
IAPES escore (u.a.)	0,85	0,09
Frequência de caminhada (dias.semana ⁻¹)	3,33	2,47
Tempo gasto caminhando (min.dia ⁻¹)	21,22	21,30
Frequência de atividades moderadas (dias.semana ⁻¹)	1,53	2,28
Tempo gasto em atividades moderadas (min.dia ⁻¹)	26,78	41,07
Frequência de atividades vigorosas (dias.semana ⁻¹)	0,84	1,38
Tempo gasto em atividades vigorosas (min.dia ⁻¹)	23,11	36,81

Note: DP - desvio padrão; FC_{Rep} - frequência cardíaca de repouso; bpm - batimentos por minuto; BDI - *beck depression inventory*; u.a. - unidades arbitrárias; IAPES - *interoceptive attribution of physical effort scale*.

Fonte: O autor (2024).

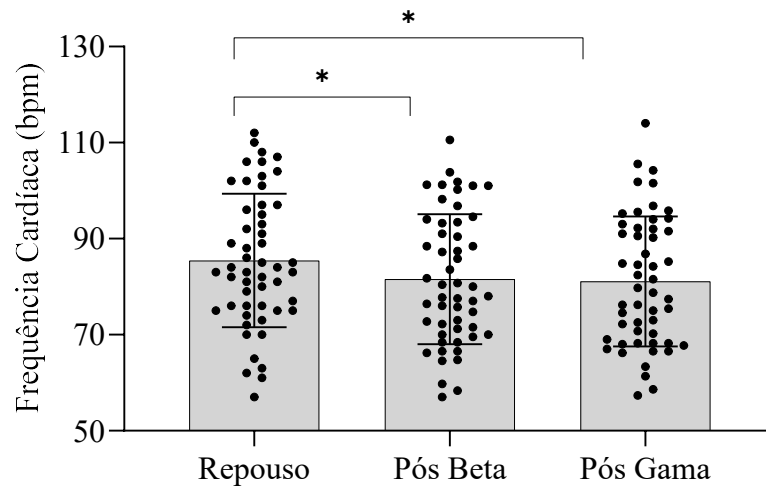
Como mostra a Figura 2, não foram encontradas diferenças significantes para os efeitos dos BB na AcI [$\chi^2_{(2)} = 4,868$; $p = 0,088$] e na SeI [$\chi^2_{(2)} = 3,767$; $p = 0,152$]. No entanto, foram encontradas diferenças significantes na FC [$F_{(1.470; 74.975)} = 20,944$; $p < 0,001$], indicando redução da FC durante os momentos de estimulação por BB em relação ao repouso (Figura 3). A cinética da FC durante todo o protocolo é mostrada na Figura 4.

Figura 2. Efeito dos batimentos binaurais nas respostas interoceptivas. Nota: AcI = acurácia interoceptiva; SeI = sensibilidade interoceptiva.



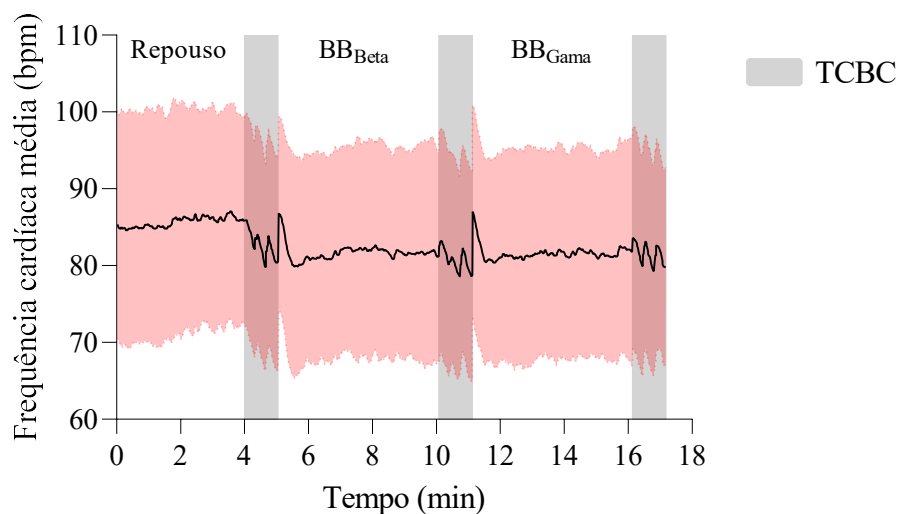
Fonte: O autor (2024).

Figura 3. Efeito dos batimentos binaurais na frequência cardíaca. Nota: bpm = batimentos por minuto; * = diferença significativa em relação ao momento de repouso ($p < 0,05$).



Fonte: O autor (2024).

Figura 4. Cinética da frequência cardíaca durante o protocolo. Nota: bpm = batimentos por minuto; BB_{Beta} = batimentos binaurais na frequência Beta (20 Hz); BB_{Gama} = batimentos binaurais na frequência gama (40 Hz); min = minutos; TCBC = teste de contagem dos batimentos cardíacos; linha preta contínua = média da frequência cardíaca dos participantes; sombra vermelha = desvio padrão da frequência cardíaca dos participantes; coluna cinzenta = momento de realização do teste de contagem dos batimentos cardíacos.



Fonte: O autor (2024).

4.5 DISCUSSÃO

Para o melhor do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a investigar se a estimulação por BB altera a AcI e a SeI em indivíduos com sintomas de depressão. Nossos principais resultados indicam que a estimulação aguda por BB não altera as respostas interoceptivas de AcI e SeI. Por outro lado, os resultados sugerem que houve redução da FC cardíaca durante os momentos de estimulação. Não foram encontrados efeitos de modulação significantes do BB. É possível que aspectos cognitivos relacionados ao aprendizado do teste e consequente adaptação ao processo de perceber seus batimentos cardíacos, sejam capazes de produzir estes efeitos de modulação em caráter crônico de aplicação dos BB.

A AcI é uma resposta com uma variabilidade potencialmente alta entre os indivíduos e parece refletir um estado de percepção que não é facilmente alterado. Os resultados do nosso estudo demonstraram que a AcI não se alterou após 5 min de estimulação por BB nas frequências Beta e/ou Gama. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que investigou os efeitos da estimulação por BB nas respostas interoceptivas. Embora a literatura sobre o assunto seja escassa, estudos prévios (Demartini *et al.*, 2019; Sagliano *et al.*, 2019) demonstraram resultados controversos em relação a outros tipos de estimulação (ex., estimulação transcraniana por corrente contínua) para melhorar a interocepção. Apesar das críticas quanto aos métodos de determinação da AcI (Zamariola *et al.*, 2018), é possível que essa resposta só seja alterada quando sensações corporais internas intensas são induzidas nos indivíduos (Wallman-Jones *et al.*, 2021).

Em indivíduos com sintomas de depressão, a literatura sugere (Eggart *et al.*, 2019) que pode haver potenciais prejuízos na percepção dos batimentos cardíacos nessa população, que se tornam mais evidentes de acordo com a gravidade da doença. No entanto, em uma meta-análise recente (Desmedt *et al.*, 2022), correlações triviais ($r = -0,04$; $IC_{95\%} = -0,16; 0,08$) foram encontrados entre o nível de depressão e o desempenho no TCBC. Considerando as limitações do TCBC em representar a interocepção global, é possível que estratégias alternativas, como a estimulação por BB, possam auxiliar na modificação das respostas interoceptivas. No entanto, confiar apenas na contagem de batimentos cardíacos pode não capturar com precisão sua representação completa dessas alterações.

Em relação a SeI, também era esperada uma variação interindividual significativa, porém com maior consistência nos diferentes momentos, no que se refere ao nível de confiança no processo de percepção. Os resultados do presente estudo demonstraram que a SeI se manteve estável durante as etapas do protocolo e não foi alterada pela estimulação com BB. Como sugerido por Seth *et al.* (2011), o processo de percepção das sensações é influenciado por erros

de predição interoceptiva. Esses erros criam desconfortos entre a expectativa de como um indivíduo imagina como uma sensação ocorrerá e a percepção real dela. Sugere-se, então, que o nível de confiança na percepção dos batimentos cardíacos (ex., SeI) não é influenciado pela AcI, e que os BB não são capazes de alterar essa condição.

Os resultados do presente estudo sugerem uma pequena variação na FC média durante as estimulações Beta ($81,55 \pm 13,54$ bpm) e Gama ($81,11 \pm 13,54$ bpm) quando comparadas à FC de repouso ($85,44 \pm 13,89$ bpm). Contrariamente ao esperado, a estimulação por BB não foi capaz de induzir aumento da atenção interoceptiva nos indivíduos por meio do aumento da FC. É possível que, para melhor perceber os sinais cardíacos, os participantes possam ter adotado estratégias para diminuir a frequência respiratória no intuito de obter maior foco em apenas uma sinalização fisiológica. Um estudo recente demonstrou que os índices de modulação autonômica parassimpática (ex., RMSSD e pNN50) apresentaram correlações positivas com a detecção de batimentos cardíacos, no entanto, não foram encontradas correlações significantes para o componente de alta frequência (ex., pHF) responsável por representar alterações respiratórias induzidas.

As características individuais dos participantes do presente estudo podem estar relacionadas aos resultados não significantes para as medidas de AcI e SeI, uma vez que o nível médio apresentado de sintomas de depressão foi baixo ($13,65 \pm 7,65$ u.a.), dificultando a probabilidade de respostas agudas positivas. Indivíduos com depressão frequentemente exibem um sintoma característico de redução da atenção ou capacidade de concentração. Portanto, sugere-se que o uso da estimulação com BB seja adaptado para aumentar a atenção nessa população. Alguns estudos (Daengruan *et al.*, 2021; Wiwatwongwana *et al.*, 2016) já estão investigando a possibilidade de utilizar BB implícito em música ou sons ambientes. Futuros estudos devem investigar se populações com maior nível de sintomas podem ser mais suscetíveis a estimulação por BB.

O presente estudo apresenta algumas limitações que precisam ser destacadas. Primeiro, outras frequências de estimulação BB (ex., Delta, Theta e Alpha) não foram utilizadas. No entanto, como enfatizado por estudos anteriores (Lee *et al.*, 2019; McConnell *et al.*, 2014), essas frequências são comumente associadas a estados de sonolência e relaxamento, que são o oposto do que se pretendeu estimular no presente estudo. Em segundo lugar, embora questionários de autorrelato sejam métodos validados na literatura (Richter *et al.*, 1998; Wang; Gorenstein, 2013), seu uso para determinar sintomas de depressão pode não refletir com precisão as características psiquiátricas de um indivíduo, pois as diferenças entre as categorias (ex., leve, moderada e grave) podem ser influenciadas por variações mínimas nas respostas.

4.6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as estimulações por BB nas frequências Beta e Gama não auxiliam os indivíduos com sintomas de depressão a ter maior atenção aos seus sinais corporais internos. Estudos futuros devem investigar a aplicabilidade prática desse tipo de estimulação, modulando diferentes frequências e contextos associados.

REFERÊNCIAS

- ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022. 845 p. (American College of Sports Medicine Series. 9781975150211).
- APA. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais DSM-5**. Porto Alegre: ARTMED Editora LTDA, 2014.
- BASU, S.; BANERJEE, B. Potential of binaural beats intervention for improving memory and attention: insights from meta-analysis and systematic review. **Psychol Res**, Jul 16 2022.
- BEAUCHENE, C.; ABAID, N.; MORAN, R.; DIANA, R. A. *et al.* The effect of binaural beats on verbal working memory and cortical connectivity. **J Neural Eng**, 14, n. 2, p. 026014, Apr 2017.
- BECK, A. T.; STEER, R. A.; GARBIN, M. G. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. Netherlands: Elsevier Science. 8: 77-100 p. 1988.
- BECK, A. T.; WARD, C. H.; MENDELSON, M.; MOCK, J. *et al.* An inventory for measuring depression. **Arch Gen Psychiatry**, 4, p. 561-571, Jun 1961.
- CHAIEB, L.; WILPERT, E. C.; REBER, T. P.; FELL, J. Auditory beat stimulation and its effects on cognition and mood States. **Front Psychiatry**, 6, p. 70, 2015.
- CRESPO, A.; RECUERO, M.; GALVEZ, G.; BEGONA, A. Effect of Binaural Stimulation on Attention and EEG. **Archives of Acoustics; Vol 38, No 4 (2013)**, 12/20/ 2013.
- DA SILVA JUNIOR, M.; DE FREITAS, R. C.; DOS SANTOS, W. P.; DA SILVA, W. W. A. *et al.* Exploratory study of the effect of binaural beat stimulation on the EEG activity pattern in resting state using artificial neural networks. **Cognitive Systems Research**, 54, p. 1-20, 2019/05/01/ 2019.
- DAENGRUAN, P.; CHAIRAT, R.; JENRAUMJIT, R.; CHINWONG, D. *et al.* Effectiveness of Receptive Music Therapy with Imbedded 10 Hz Binaural Beats Compared with Standard

Care for Patients with Major Depressive Disorder: A Randomized Controlled Trial. **Complement Ther Med**, 61, p. 102765, Sep 2021.

DEMARTINI, B.; VOLPE, R.; MATTAVELLI, G.; GOETA, D. *et al.* The neuromodulatory effect of tDCS in patients affected by functional motor symptoms: an exploratory study. **Neurol Sci**, 40, n. 9, p. 1821-1827, Sep 2019.

DESMEDT, O.; VAN DEN HOUTE, M.; WALENTYNOWICZ, M.; DEKEYSER, S. *et al.* How Does Heartbeat Counting Task Performance Relate to Theoretically-Relevant Mental Health Outcomes? A Meta-Analysis. **Collabra: Psychology**, 8, n. 1, p. 33271, 2022.

EGGART, M.; LANGE, A.; BINSER, M. J.; QUERI, S. *et al.* Major Depressive Disorder Is Associated with Impaired Interoceptive Accuracy: A Systematic Review. **Brain Sci**, 9, n. 6, Jun 6 2019.

GAO, X.; CAO, H.; MING, D.; QI, H. *et al.* Analysis of EEG activity in response to binaural beats with different frequencies. **Int J Psychophysiol**, 94, n. 3, p. 399-406, Dec 2014.

GORENSTEIN, C.; ANDRADE, L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. **Braz J Med Biol Res**, 29, n. 4, p. 453-457, Apr 1996.

HARRISON, O. K.; KÖCHLI, L.; MARINO, S.; LUECHINGER, R. *et al.* Interoception of breathing and its relationship with anxiety. **Neuron**, 109, n. 24, p. 4080-4093.e4088, Dec 15 2021.

HERBERT, B. M.; MUTH, E. R.; POLLATOS, O.; HERBERT, C. Interoception across modalities: on the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. **PloS one**, 7, n. 5, p. e36646, 2012.

JIRAKITTAYAKORN, N.; WONGSAWAT, Y. Brain Responses to a 6-Hz Binaural Beat: Effects on General Theta Rhythm and Frontal Midline Theta Activity. **Front Neurosci**, 11, p. 365, 2017.

JIRAKITTAYAKORN, N.; WONGSAWAT, Y. A Novel Insight of Effects of a 3-Hz Binaural Beat on Sleep Stages During Sleep. **Front Hum Neurosci**, 12, p. 387, 2018.

KELLER, A. S.; LEIKAUF, J. E.; HOLT-GOSSELIN, B.; STAVELAND, B. R. *et al.* Paying attention to attention in depression. **Transl Psychiatry**, 9, n. 1, p. 279, Nov 7 2019.

KETAI, L. H.; KOMESU, Y. M.; SCHRADER, R. M.; ROGERS, R. G. *et al.* Mind-body (hypnotherapy) treatment of women with urgency urinary incontinence: changes in brain attentional networks. **Am J Obstet Gynecol**, 224, n. 5, p. 498.e491-498.e410, May 2021.

LARSSON, D. E. O.; ESPOSITO, G.; CRITCHLEY, H. D.; DIENES, Z. *et al.* Sensitivity to changes in rate of heartbeats as a measure of interoceptive ability. **Journal of Neurophysiology**, 126, n. 5, p. 1799-1813, 2021/11/01 2021.

LEE, M.; SONG, C. B.; SHIN, G. H.; LEE, S. W. Possible Effect of Binaural Beat Combined With Autonomous Sensory Meridian Response for Inducing Sleep. **Front Hum Neurosci**, 13, p. 425, 2019.

LEGRAND, N.; NIKOLOVA, N.; CORREA, C.; BRÆNDHOLT, M. *et al.* The heart rate discrimination task: A psychophysical method to estimate the accuracy and precision of interoceptive beliefs. **Biol Psychol**, 168, p. 108239, Feb 2022.

LÓPEZ-CABALLERO, F.; ESCERA, C. Binaural Beat: A Failure to Enhance EEG Power and Emotional Arousal. **Front Hum Neurosci**, 11, p. 557, 2017.

MARSH, J. T.; WORDEN, F. G.; SMITH, J. C. Auditory frequency-following response: neural or artifact? **Science**, 169, n. 3951, p. 1222-1223, Sep 18 1970.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D. *et al.* QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ): ESTUDO DE VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE NO BRASIL. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, 6, n. 2, p. 5-18, 10/15 2012.

MCCONNELL, P. A.; FROELIGER, B.; GARLAND, E. L.; IVES, J. C. *et al.* Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. **Front Psychol**, 5, p. 1248, 2014.

MEHLING, W. E.; ACREE, M.; STEWART, A.; SILAS, J. *et al.* The Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, Version 2 (MAIA-2). **PLoS One**, 13, n. 12, p. e0208034, 2018.

OKUYAMA, T.; AKECHI, T.; MACKENZIE, L.; FURUKAWA, T. A. Psychotherapy for depression among advanced, incurable cancer patients: A systematic review and meta-analysis. **Cancer Treat Rev**, 56, p. 16-27, May 2017.

OROZCO PEREZ, H. D.; DUMAS, G.; LEHMANN, A. Binaural Beats through the Auditory Pathway: From Brainstem to Connectivity Patterns. **eNeuro**, 7, n. 2, Mar/Apr 2020.

OSTER, G. Auditory beats in the brain. **Sci Am**, 229, n. 4, p. 94-102, Oct 1973.

PERROTT, D. R.; NELSON, M. A. Limits for the detection of binaural beats. **J Acoust Soc Am**, 46, n. 6, p. 1477-1481, Dec 1969.

QUADT, L.; CRITCHLEY, H. D.; GARFINKEL, S. N. The neurobiology of interoception in health and disease. **Ann N Y Acad Sci**, 1428, n. 1, p. 112-128, Sep 2018.

RICHTER, P.; WERNER, J.; HEERLEIN, A.; KRAUS, A. *et al.* On the validity of the Beck Depression Inventory. A review. **Psychopathology**, 31, n. 3, p. 160-168, 1998.

RIZVI, S.; KHAN, A. M. Use of Transcranial Magnetic Stimulation for Depression. **Cureus**, 11, n. 5, p. e4736, May 23 2019.

SAGLIANO, L.; MAGLIACANO, A.; PARAZZINI, M.; FIOCCHI, S. *et al.* Modulating interoception by insula stimulation: A double-blinded tDCS study. **Neurosci Lett**, 696, p. 108-113, Mar 23 2019.

SANTOS, L. E. R.; WALLMAN-JONES, A.; HENRIQUE, R. d. S.; ELSANGEDY, H. M. *et al.* Development and validation of the interoceptive attribution of physical effort scale. NP.

SCHANDRY, R. Heart beat perception and emotional experience. **Psychophysiology**, v. 18, n. 4, p. 483-488, 1981.

SETH, A. K.; SUZUKI, K.; CRITCHLEY, H. D. An interoceptive predictive coding model of conscious presence. **Front Psychol**, 2, p. 395, 2011.

VARGHESE, S.; FREY, B. N.; SCHNEIDER, M. A.; KAPCZINSKI, F. *et al.* Functional and cognitive impairment in the first episode of depression: A systematic review. **Acta Psychiatr Scand**, 145, n. 2, p. 156-185, Feb 2022.

WAHBEH, H.; CALABRESE, C.; ZWICKEY, H. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects. **J Altern Complement Med**, 13, n. 1, p. 25-32, Jan-Feb 2007.

WAHBEH, H.; CALABRESE, C.; ZWICKEY, H.; ZAJDEL, D. Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess neuropsychologic, physiologic, and electroencephalographic effects. **J Altern Complement Med**, 13, n. 2, p. 199-206, Mar 2007.

WALLMAN-JONES, A.; PERAKAKIS, P.; TSAKIRIS, M.; SCHMIDT, M. Physical activity and interoceptive processing: Theoretical considerations for future research. **Int J Psychophysiol**, 166, p. 38-49, Aug 2021.

WANG, Y. P.; GORENSTEIN, C. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory-II: a comprehensive review. **Braz J Psychiatry**, 35, n. 4, p. 416-431, Oct-Dec 2013.

WIWATWONGWANA, D.; VICHITVEJPAISAL, P.; THAIKRUEA, L.; KLAPHAJONE, J. *et al.* The effect of music with and without binaural beat audio on operative anxiety in patients undergoing cataract surgery: a randomized controlled trial. **Eye (Lond)**, 30, n. 11, p. 1407-1414, Nov 2016.

YADAV, G. S.; CIDRAL-FILHO, F. J.; IYER, R. B. Using Heartfulness Meditation and Brainwave Entrainment to Improve Teenage Mental Wellbeing. **Front Psychol**, 12, p. 742892, 2021.

ZAMARIOLA, G.; MAURAGE, P.; LUMINET, O.; CORNEILLE, O. Interoceptive accuracy scores from the heartbeat counting task are problematic: Evidence from simple bivariate correlations. **Biol Psychol**, v. 137, p. 12-17, Sep 2018.

5 ARTIGO 3 - EFEITOS DE 12 SEMANAS DE TREINAMENTO DE FORÇA COM INTENSIDADE AUTOSSELECIONADA E ESTIMULAÇÕES POR BATIMENTOS BINAURAIS NOS SINTOMAS DE DEPRESSÃO E NAS RESPOSTAS INTEROCEPTIVAS: UM ESTUDO CRUZADO RANDOMIZADO

5.1 RESUMO

O objetivo do estudo foi investigar se um programa de treinamento de força com intensidade autosselecionada, em conjunto com estimulações por áudios binaurais, influenciou os sintomas de depressão e as respostas interoceptivas (acurácia, sensibilidade, consciência e atribuição) de indivíduos adultos. Para isso, foi conduzido um ensaio clínico randomizado, de delineamento crossover, e com 12 semanas de duração. Quarenta e dois participantes foram randomizados em dois grupos: a) somente treinamento de força; e b) treinamento de força mais estimulações por áudios binaurais. Após as seis primeiras semanas de intervenção, os participantes foram realocados nos grupos opostos aos que iniciaram a intervenção. Foram realizadas avaliações nos momentos pré, período de transição e pós-intervenção, das variáveis de sintomas depressivos e respostas interoceptivas. Vinte e nove participantes completaram as 12 semanas de intervenção. Os resultados encontrados apontam diferenças significantes para os sintomas de depressão em função do tempo de intervenção [$F_{(1.756; 47.413)} = 12,997$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,325$], sugerindo que houve uma diminuição dos sintomas no período de transição ($9,34 \pm 5,84$ u.a.) e no pós-intervenção ($8,52 \pm 5,85$ u.a.), comparando ao pré-intervenção ($13,69 \pm 7,33$ u.a.). Para a variável de acurácia interoceptiva (AcI) foram encontradas diferenças significantes em função do tempo [$F_{(1.966; 45.222)} = 5,995$; $p = 0,005$; $\eta_p^2 = 0,207$] e entre os grupos [$F_{(1; 23)} = 5,073$; $p = 0,034$; $\eta_p^2 = 0,181$]. Não foram encontradas diferenças significantes para interação grupo x momento [$F_{(1.966; 45.222)} = 0,488$; $p = 0,614$; $\eta_p^2 = 0,021$]. Não foram encontradas diferenças significantes para as variáveis de sensibilidade (SeI), consciência (CoI) e atribuição interoceptiva (AtI). Conclui-se que o treinamento de força autosselecionado pode ser uma estratégia efetiva de redução dos sintomas depressivos e aumento da acurácia interoceptiva de indivíduos adultos.

Palavras-chave: Treinamento de força, Depressão, Interocepção, Áudios binaurais.

5.2 INTRODUÇÃO

Um dos transtornos mentais mais prevalentes na sociedade é o depressivo, que atinge cerca de 300 milhões de pessoas no mundo (WHO, 2017). Segundo dados de um estudo epidemiológico entre os anos de 1990 e 2017, o transtorno depressivo é uma das doenças mais incapacitantes na sociedade, se apresentando como a terceira maior causa de prejuízos não fatais para a saúde, atrás apenas de dor nas costas e dor na cabeça (GBD; Collaborators, 2018). Diante disso, parece relevante pensar em estratégias que possibilitem a melhora na saúde mental a partir de fatores considerados protetivos, como por exemplo, a prática de atividades físicas regulares, que é notoriamente conhecida por promover diversos benefícios físicos e psicológicos para seus praticantes (ACSM, 2022; Schuch; Vancampfort, 2021).

Apesar dos benefícios, a atividade física ainda é vista apenas como uma abordagem complementar aos tratamentos mais tradicionais (ex., farmacológicos) dos transtornos mentais (Stein *et al.*, 2022), e poucas diretrizes institucionais recomendam o exercício como um potencial tratamento para melhorar sintomas depressivos (Ekkekakis; Murri, 2017). Entretanto, as diversas evidências demonstradas por meta-análises (Heissel *et al.*, 2023; Recchia *et al.*, 2022; Schuch *et al.*, 2016) sugerem que o exercício físico pode ser tão benéfico quanto outras terapias (ex., medicamentosas ou cognitivo-comportamentais) no tratamento dos sintomas de depressão, especialmente para pessoas que não aderem aos métodos usuais.

Dentre as diversas adaptações proporcionadas, é possível que a atividade física atue aumentando a atenção cognitiva aos sinais corporais internos nos indivíduos, por consequência de um aumento da percepção da atividade visceral e periférica induzida pela atividade (Wallman-Jones *et al.*, 2021). Como hipótese, sugere-se que essa percepção seria necessária para um melhor ajuste regulatório da intensidade das atividades, ou sua interrupção/início. Essa atenção, percepção e interpretação de sinais internos é chamada de interocepção (Suksasilp; Garfinkel, 2022) e, é reconhecida por desempenhar um papel fundamental na regulação emocional (Critchley; Garfinkel, 2017), especialmente em indivíduos com transtornos mentais (Brewer *et al.*, 2021; Khalsa *et al.*, 2018; Nord; Garfinkel, 2022), como depressão e ansiedade. Sugere-se, portanto, que estar mais atento e fazendo melhor uso dos sinais internos enviados pelo nosso corpo, pode auxiliar em processos de tomada de decisão para modulação de aspectos como volume e intensidade do exercício, em especial naqueles indivíduos que possuem algum nível de déficit interoceptivo.

Uma forma bastante utilizada para potencialmente influenciar o processamento cognitivo em aspectos relacionados à atenção, é por meio de estimulações cerebrais não invasivas. A literatura tem demonstrado que formas mais tradicionais de estimulação transcraniana (ex., corrente contínua direta) podem ajudar a melhorar a função cerebral (Hendrikse *et al.*, 2017) e aliviar os sintomas de ansiedade e depressão (Meron *et al.*, 2015; Vergallito *et al.*, 2021). Entretanto, ainda carece de evidências sobre seus efeitos na melhora do desempenho físico em populações saudáveis (da Silva Machado *et al.*, 2021; Isis *et al.*, 2023). Devido ao custo relativamente alto e aplicabilidade prática no contexto cotidiano, parece haver necessidade da implementação de técnicas de estimulação mais acessíveis e que possam ser combinadas com exercícios de forma mais simples.

Nesse sentido, a estimulação por batimentos binaurais (BB) surge com grande potencial de aplicabilidade prática, a partir do uso de equipamentos de mais fácil acesso (ex., smartphone e fones de ouvido). Os BB consistem em estímulos auditivos aplicados em cada ouvido com diferentes frequências medidas em Hertz (Hz), criando uma congruência entre os sinais e causando unificação da frequência (ex., frequência de modulação) (Gao *et al.*, 2014). A principal teoria relacionada, proposta por Marsh *et al.* (1970), sugere que o cérebro tenta sincronizar sua atividade elétrica cortical com a frequência de modulação dos BB. As evidências sobre esse mecanismo ainda são controversas (López-Caballero; Escera, 2017). Apesar disso, os BB têm sido utilizados na literatura com potenciais efeitos benéficos para o bem-estar mental (Yadav *et al.*, 2021), sono (Lee *et al.*, 2019) e memória (Beauchene *et al.*, 2017). Estudos investigando o potencial desses estímulos em conjunto com exercícios para melhorar os processos de interoceptivos ainda são escassos.

Em uma recente revisão sistemática (Heim *et al.*, 2023), observou-se que as intervenções psicológicas para melhorias na interocepção em populações acometidas por transtornos mentais, focam principalmente em mindfulness ou terapias cognitivo-comportamentais. Os poucos ensaios clínicos randomizados que utilizaram o exercício físico como estratégia primária para exposição interoceptiva, realizaram atividades integrativas (ex., yoga, método de Feldenkrais) (Heim *et al.*, 2023), que podem ter menor capacidade de induzir variados estados fisiológicos em variáveis como intensidade e volume, causando redução da experiência de múltiplas sensações e percepções.

A principal hipótese do presente estudo é que experimentar simultaneamente múltiplas sensações e percepções (ex., esforço físico, dor, mudanças na temperatura, frequência cardíaca e respiração) pode levar a melhorias na capacidade de entender e

interpretá-las. É possível que exercícios multifacetados, como o treinamento de força, possam promover a experiência destas múltiplas sensações, devido à sua natureza intervalada que envolve diferentes volumes e intensidades. Embora possa induzir sensações normalmente percebidas como negativas (ex., dor, queimação, cansaço), os exercícios de força realizados segundo as recomendações do ACSM (2022) são conhecidos por promover diversos benefícios à saúde (Westcott, 2012). Quando se trata de indivíduos com sintomas depressivos, são necessários cuidados especiais quanto aos aspectos afetivos que podem determinar o grau de adesão à prática (Rhodes; Kates, 2015), devido a possível presença de sintomas potencialmente limitantes a prática de exercícios físicos (ex., fadiga, perda de energia, retardo psicomotor) (APA, 2014). Sugere-se então adotar um modelo de prescrição de exercícios que foque nos aspectos determinantes a adesão prolongada dos praticantes.

Como proposto na teoria *Dual-Mode* (Ekkekakis, 2003), exercícios em intensidades extenuantes levam a um declínio nas respostas afetivas durante a prática. Uma alternativa para evitar este problema, são os exercícios autosselecionados, em que os indivíduos escolhem a intensidade de execução da tarefa que melhor se adapta às suas preferências e tolerâncias (Ekkekakis, 2009). Tem sido demonstrado na literatura que a prescrição de exercícios autosselecionados pode promover respostas fisiológicas consistentes com as recomendações do ACSM (Ekkekakis, 2009). Para exercícios de força, estudos anteriores encontraram que os indivíduos normalmente autosselecionam cargas menores do que a recomendação para melhorar força muscular (Barbosa-Netto *et al.*, 2021; Elsangedy *et al.*, 2013). Contudo o uso de exercícios de força com intensidade autosselecionada ainda parece uma estratégia promissora para ajudar a modular as respostas afetivas dentro de sensações positivas de alta ativação (ex., prazer, excitação, felicidade).

É possível que exercícios de força com intensidade autosselecionada possam promover múltiplas variações de intensidade e volume, melhorando o processamento interoceptivo (ex., percepção e interpretação das sinalizações internas do organismo), e por consequência, atuando positivamente na diminuição dos sintomas de depressão. Além disso, embora os efeitos agudos da estimulação por BB na melhora da interocepção em indivíduos com depressão ainda não estejam claros, é possível que os efeitos a longo prazo dessa estimulação auditiva possam trazer benefícios nos processos atencionais dos sinais corporais internos, principalmente quando integrados ao exercício de força. Portanto, o objetivo do presente estudo é investigar se um programa de treinamento de

força com intensidade autosseleccionada, integrado com BB, influencia os sintomas de depressão e as respostas interoceptivas em adultos saudáveis. Além disso, se objetivou investigar e correlacionar o monitoramento diário de cargas e respostas psicológicas durante a intervenção.

5.3 MÉTODOS

5.3.1 Participantes

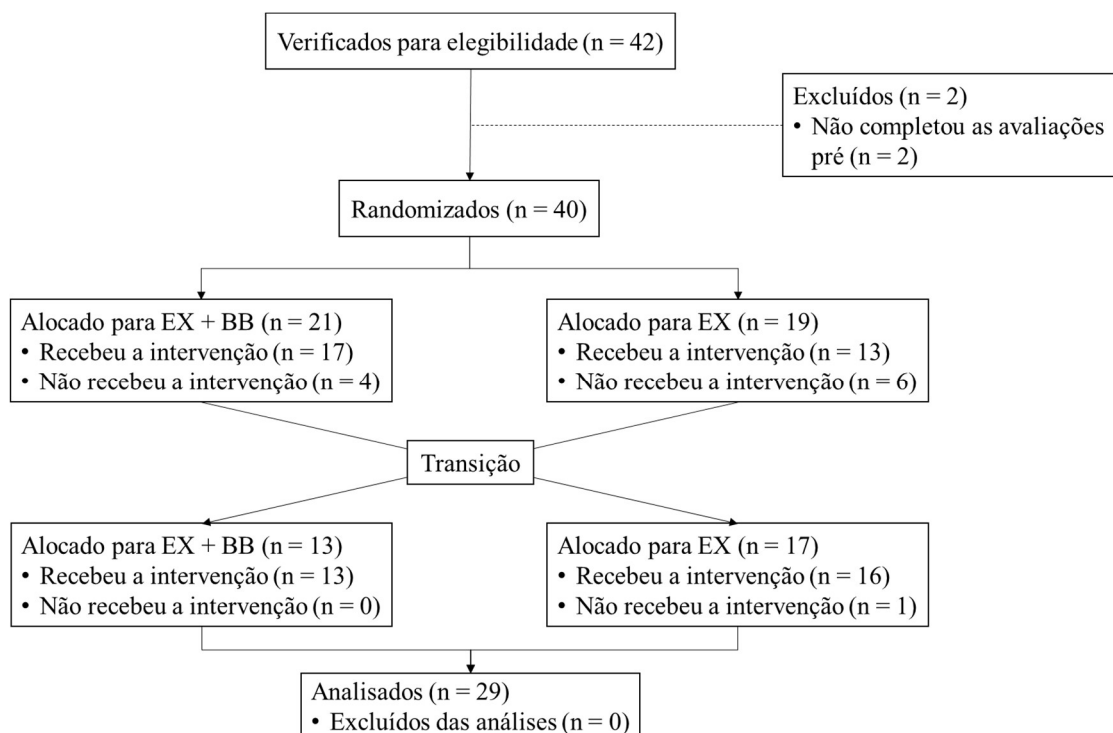
Quarenta e dois indivíduos foram recrutados para participar do presente estudo por meio de plataformas de mídia social (ex., Instagram e WhatsApp). Os critérios de elegibilidade foram: a) Ser maior de 18 anos; b) Apresentar baixo risco para se exercitar; c) Não ter realizado treinamento de força nos últimos 3 meses; e d) Apresentar escore positivo de sintomas de depressão de acordo com o *Beck Depression Inventory* (BDI) (Beck *et al.*, 1988). Foram excluídos os participantes que não atingiram um mínimo de 70% de presença nos treinamentos ou que não cumpriram os procedimentos da pesquisa conforme instruído. O tamanho amostral foi definido após uma análise *a priori* realizada no software G*Power 3.0.10, para ANOVA de duas vias com medidas repetidas (*within factors*), considerando a variável de sintomas de depressão. Os parâmetros utilizados foram: $f = 0,25$; erro $\alpha = 0,05$; poder $(1 - \beta) = 0,95$; número de grupos = 2; número de medidas = 6; correlação entre medidas repetidas = 0,5; e correção de não esfericidade = 1,0. O tamanho amostral sugerido foi de $n = 28$.

O estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque, recebeu aprovação prévia do Comitê de Ética Institucional (#5.530.992) e foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (#RBR-78wjpqz). Todos os procedimentos de pesquisa foram realizados em ambientes controlados nos Laboratórios de Condicionamento Físico e Antropometria do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco.

5.3.2 Desenho do estudo

O presente estudo é um ensaio clínico randomizado *crossover* de 12 semanas e seguiu as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT) (Dwan *et al.*, 2019). A Figura 5 apresenta o fluxograma com uma visão detalhada das etapas do estudo.

Figura 5. Fluxograma de etapas da pesquisa. Nota: EX+BB = exercício com batimentos binaurais; EX = exercício.



Fonte: O autor (2024)

Após o recrutamento, os participantes visitaram o laboratório em dois dias diferentes para serem submetidos às medidas pré-intervenção. No primeiro dia, foram explicados os procedimentos da pesquisa e, após a obtenção do consentimento, os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Posteriormente, foram aplicados questionários sobre estratificação de risco, sintomas de depressão, atribuição e consciência interoceptiva, nível de atividade física e dados gerais. No segundo dia, com intervalo de 48 horas a partir da primeira visita, os participantes retornaram ao laboratório para realização de tarefas físicas, interoceptivas, além da mensuração de variáveis antropométricas e fisiológicas.

Após a avaliação de todos esses componentes, os participantes foram randomizados (randomizer.org) para serem submetidos a 12 semanas de um programa de treinamento de força autosselecionado em um delineamento cruzado com duas condições: a) Somente exercício (EX); ou b) Exercício com estimulação por BB (EX+BB). Inicialmente, 19 indivíduos foram alocados para iniciar as intervenções na condição EX e 23 na condição EX+BB. Após seis semanas, os participantes tiveram um período de

transição (ex., uma semana), durante o qual, as mesmas medidas e tarefas da pré-intervenção foram realizadas. Após o período de transição, os participantes mudaram para as condições opostas as inicialmente designadas e foram submetidos a mais seis semanas de intervenção. Após as 12 semanas, os participantes foram submetidos às medidas pós-intervenção da mesma forma que foram realizadas anteriormente.

5.3.3 Procedimentos

5.3.3.1 Anamnese, antropometria e testes físicos

Dados pessoais como idade, sexo, profissão, histórico clínico e de uso de medicamentos foram verificados por meio de anamnese. A estatura foi aferida com estadiômetro (ES-2030, Sanny, São Paulo, Brasil) e o peso corporal com balança digital (PL 200; Filizola S.A., São Paulo, Brasil). Esses dados serviram de base para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Além disso, as dobras cutâneas foram mensuradas com paquímetro científico, seguindo o protocolo de três dobras cutâneas (Jackson; Pollock, 1985) para calcular a densidade corporal e estimar o percentual de gordura corporal utilizando a equação de Siri (1993). A mensuração das dobras cutâneas foi realizada no tórax, abdome e coxa para os homens e no tríceps, coxa e supra-íliaca para as mulheres.

Para determinar a força máxima, foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM) para os exercícios de supino e *leg press*, seguindo as orientações propostas pelo ACSM (2022). Inicialmente, os participantes realizaram uma série de oito repetições com carga baixa (< 20% do peso corporal), para aquecimento e familiarização com o teste. Em seguida, foi determinada uma carga inicial entre 50 e 70% da percepção de máximo do participante. Com a carga inicial definida, foram realizadas entre três e cinco tentativas de desempenho do movimento, com uma repetição, aumentando ou diminuindo progressivamente a carga entre 5 e 10% da tentativa anterior. A maior carga levantada por cada participante, em cada exercício, foi considerada a 1RM. O aparelho de *leg press* disponível no laboratório, não permitia a inclusão externa de cargas, para além daquelas que já faziam parte do equipamento (máximo de 186,8 kg). Desta forma, nos casos em que o participante atingisse o máximo disponível no aparelho, foram realizados testes de repetição múltipla com a carga máxima levantada. A estimativa de 1RM aconteceu conforme equações preditivas sugeridas por Brzycki (1993) para até quatro repetições múltiplas, e por Reynolds *et al.* (2006) para até cinco, 10 ou 20 repetições.

5.3.3.2 Avaliação psicológica

Os sintomas de depressão foram mensurados utilizando-se o BDI adaptado para o português do Brasil (Gorenstein; Andrade, 1996). O BDI é um questionário com 21 itens relacionados a sintomas característicos do transtorno depressivo. Para cada item, os participantes tiveram que marcar a opção que melhor se adequava ao seu estado emocional nas últimas duas semanas. Ao final, pela soma das respostas, determinou-se a magnitude dos sintomas para cada participante de acordo com a seguinte classificação: a) < 10 = nenhuma ou depressão mínima; b) 10 a 18 = depressão leve a moderada; c) 19 a 27 = depressão moderada a grave; e d) 30 a 63 = depressão grave.

5.3.3.3 Perfil interoceptivo

A fim de estabelecer um perfil interoceptivo dos participantes, algumas medidas foram realizadas para maximizar a quantidade de informações que refletissem seu nível de percepção, consciência e atribuição de estados corporais internos.

Para determinar o nível de acurácia interoceptiva (AcI), foi realizado o teste de contagem dos batimentos cardíacos (TCBC). O TCBC é um teste cognitivo amplamente utilizado na pesquisa de interocepção e reflete a capacidade do indivíduo de perceber com precisão os batimentos cardíacos (Schandry, 1981). Apesar das críticas, o TCBC já demonstrou validade convergente e discriminante (Schulz *et al.*, 2021), bem como boa confiabilidade teste-reteste (Coeficiente de Correlação Intraclass = 0,880) (Santos *et al.*, 2023).

A tarefa foi realizada utilizando-se de uma adaptação do protocolo original proposto por Schandry (1981), composto por três estágios com durações de 18, 20 e 22 segundos, realizados em ordem aleatória. Em cada estágio, os indivíduos foram solicitados a sentar-se em uma posição confortável, com os braços apoiados nas coxas e, ao sinal do avaliador, foram instruídos a fechar os olhos e perceber/contar silenciosamente os batimentos cardíacos durante o tempo pré-determinado. Ao final de cada estágio, os participantes relataram o número de batimentos cardíacos contados e classificaram seu nível de sensibilidade interoceptiva (SeI) em uma escala de confiança que variou de 1 a 4 (Larsson *et al.*, 2021). A frequência cardíaca dos participantes foi monitorada continuamente (Polar Verity Sense, Polar, Kempele, Finlândia) durante todo o protocolo, e a AcI foi determinada pela razão entre os batimentos cardíacos contados e os batimentos cardíacos reais (Equação 1).

Para complementar as medidas AcI e SeI, foram aplicados questionários de autorrelato sobre a consciência interoceptiva (CoI) e atribuição interoceptiva de esforço físico (AtI). Para a CoI, a segunda versão do *Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness* (MAIA-2) (Mehling *et al.*, 2018) foi usado, que é um questionário composto por 37 itens, adaptado e traduzido para o português do Brasil por um painel de especialistas. Inclui questões relacionadas às percepções corporais internas em dimensões como: perceber, não distrair, não se preocupar, regulação da atenção, consciência emocional, autorregulação, escuta corporal e confiança. Para a AtI, a *Interoceptive Attribution of Physical Effort Scale* (IAPES) (Santos *et al.*, NP) foi usada. Composta por 22 questões referentes aos esforços físicos diários, essa escala auxilia na identificação de inconsistências entre a capacidade de perceber e interpretar sinais corporais internos causados pelo esforço físico.

5.3.3.4 Monitoramento diário

Durante o período de intervenção, os participantes foram monitorados diariamente para quantificar dados como frequência de treinamento, disposição, felicidade, afeto e esforço percebido. Antes de cada sessão, os participantes relataram seu nível de disposição para se exercitar em uma escala que variou de 0 (ex., muito baixo) a 10 (ex., muito alto). Para a felicidade, foi usada uma questão específica do perfil dos estados de humor (POMS; (Viana, 2001) perguntando aos participantes se eles se sentiam felizes naquele momento. As respostas de felicidade foram fornecidas como originalmente proposto: a) de forma alguma; b) um pouco; c) moderadamente; d) bastante; e e) extremamente. A questão sobre felicidade foi repetida em todas as avaliações pós sessão. Durante as sessões, foram monitoradas as cargas de supino e leg press, registrando-se as médias dos pesos levantados nas séries realizadas. Além da felicidade, aspectos relacionados ao afeto e esforço percebido foram mensurados nos pós sessão. Para o afeto, a escala de sensações (Hardy; Rejeski, 1989) foi utilizada, que consiste em 11 pontos que variam de '-5' (ex., muito ruim) a '+5' (ex., muito bom), com '0' representando um afeto neutro. A escala CR-10 sessão sugerida por Foster *et al.* (2001), variando de 0 a 10, foi utilizado para mensurar a percepção de esforço imediatamente após a sessão.

5.3.3.5 Intervenção

As intervenções consistiram em atividades com duração aproximada de 50 minutos por sessão, predominantemente prescrevendo exercícios de força muscular (ex.,

90% do programa), complementados com exercícios aeróbios (cicloergômetro) e mobilidade. Os participantes foram instruídos a não participar de nenhum outro programa de treinamento de força durante o período de intervenção, bem como a abster-se de praticar atividades físicas extenuantes nos dias de treinamento. Para permitir o acompanhamento diário, os exercícios de supino e *leg press* foram componentes obrigatórios na periodização semanal de cada participante. As sessões ocorreram três vezes por semana em uma academia com temperatura controlada (22°C). Ao chegar ao laboratório, os participantes eram solicitados a preencher o formulário pré-sessão e, em seguida, proceder para completar o treinamento do dia.

As características da prescrição variaram de acordo com o nível de aptidão física dos participantes. Como resultado, o volume de treinamento semanal variou de seis a dez séries por grupo muscular, com aproximadamente oito a doze repetições. A intensidade dos exercícios (ex., carga, cadência) foi autosselecionada pelos participantes para permitir que eles experimentassem uma variedade de sensações e pudessem se autorregular durante as atividades, potencializando suas respostas psicofisiológicas. Para isso, as seguintes instruções foram dadas aos participantes:

"Você deve escolher intensidades de exercício (ex., carga, velocidade de execução) que sejam suficientes para aumentar sua frequência cardíaca, respiração e percepção de esforço físico. Sua escolha também deve se concentrar em buscar intensidades que promovam sensações positivas de alta ativação (ex., prazer, excitação e felicidade)".

Tanto os participantes alocados na condição EX quanto aqueles na condição EX+BB realizaram as mesmas atividades no programa de treinamento de força. No entanto, a diferença entre as duas condições foi a estimulação por BB no grupo alocado. A estimulação ocorreu antes de cada sessão de exercício, com os participantes em posição confortável de repouso, usando fones de ouvido que executavam os BB com frequências Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz), respectivamente. Cada frequência teve duração de dois minutos e meio, totalizando cinco minutos de estimulação por BB antes da sessão de exercício. O grupo inicialmente alocado para receber estimulação com BB (EX+BB) foi submetido a esse procedimento nas primeiras seis semanas de intervenção e, após o período de transição, o grupo EX passou a recebê-la.

5.3.4 Análise estatística

Os dados são apresentados como média e desvio padrão. O pressuposto de normalidade foi avaliado pelo teste de Shapiro-Wilk. Para determinar se as 12 semanas de treinamento de força com BB incorporados influenciou nos sintomas de depressão e nas respostas de interocepção, foram conduzidas ANOVAs de medidas repetidas de duas vias para cada variável. Para tanto, foram consideradas duas condições (EX e EX+BB) e três momentos (Pré, período de transição e Pós). Quando necessário, o teste post hoc de Bonferroni foi realizado para determinar onde ocorreram diferenças significantes. O Teste de Conover foi aplicado no caso de dados com características não paramétricas. Para investigar o nível de variações no monitoramento diário dos participantes, foram determinadas as inclinações de cada variável monitorada (ex., disposição, felicidade, carga no supino, carga no leg press, afeto e esforço percebido). Posteriormente, foram realizadas análises de correlação de Spearman entre as inclinações das variáveis monitoradas diariamente para determinar o grau de associação nos processos de variação. Foram considerados níveis de significância quando $p < 0,05$. Os dados foram tabulados em planilhas Excel (Office 365, Microsoft, Washington, Estados Unidos) e analisados no software JASP (v. 0.17.1, Amsterdã, Holanda). Os gráficos foram produzidos no GraphPad (Prism 9, GraphPad Software, San Diego, Estados Unidos).

5.4 RESULTADOS

Os 29 participantes analisados ($22,76 \pm 5,77$ anos) apresentaram níveis insuficientes de atividade física (< 150 min.semana⁻¹ de atividades moderadas) e altos níveis de comportamento sedentário (> 6 horas.dia⁻¹). As 11 exclusões realizadas após o início da intervenção se deram por desistência (motivos pessoais) ou por não assiduidade (frequência inferior à 70% dos treinos). Nove participantes atingiram a carga máxima (186,8 kg) permitida pelo aparelho leg press no teste de 1RM, fazendo-se necessário a realização do teste de repetições múltiplas. Os participantes apresentaram, em média, níveis leves a moderados de sintomas depressivos e baixa AcI, conforme mostrado na Tabela 4, juntamente com outras variáveis. Os dados das variáveis primárias apresentaram normalidade ($p > 0,05$).

Tabela 4 - Características dos participantes (n = 29)

Variável	Pré	Transição	Pós
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	22,8 (5,8)	---	---
Estatura (m)	1,66 (0,09)	---	---
Peso (kg)	64,9 (11,9)	65,1 (11,2)	65,8 (10,7)
IMC (u.a.)	23,7 (4,3)	23,8 (3,8)	24,1 (4,2)
Percentual de gordura (%)	21,9 (8,7)	21,7 (8,30)	22,7 (11,2)
1RM supino (kg)	37,5 (17,9)	37,7 (16,7)	39,8 (18,5)
1RM <i>leg press</i> (kg)	128,0 (61,6)	149,9 (69,9)	178,9 (70,7)
FC _{Rep} (bpm)	81,2 (16,1)	73,9 (11,3)	70,5 (11,4)
PAS (mmHg)	125,1 (11,0)	115,8 (11,3)	113,8 (10,2)
PAD (mmHg)	77,7 (8,2)	69,0 (6,9)	68,2 (9,2)
BDI escore (u.a.)	13,7 (7,3)	9,3 (5,8)	8,5 (5,8)
IAPES escore (u.a.)	0,9 (0,1)	0,8 (0,1)	0,9 (0,1)
MAIA escore (u.a.)	2,7 (0,5)	2,7 (0,6)	2,7 (0,59)

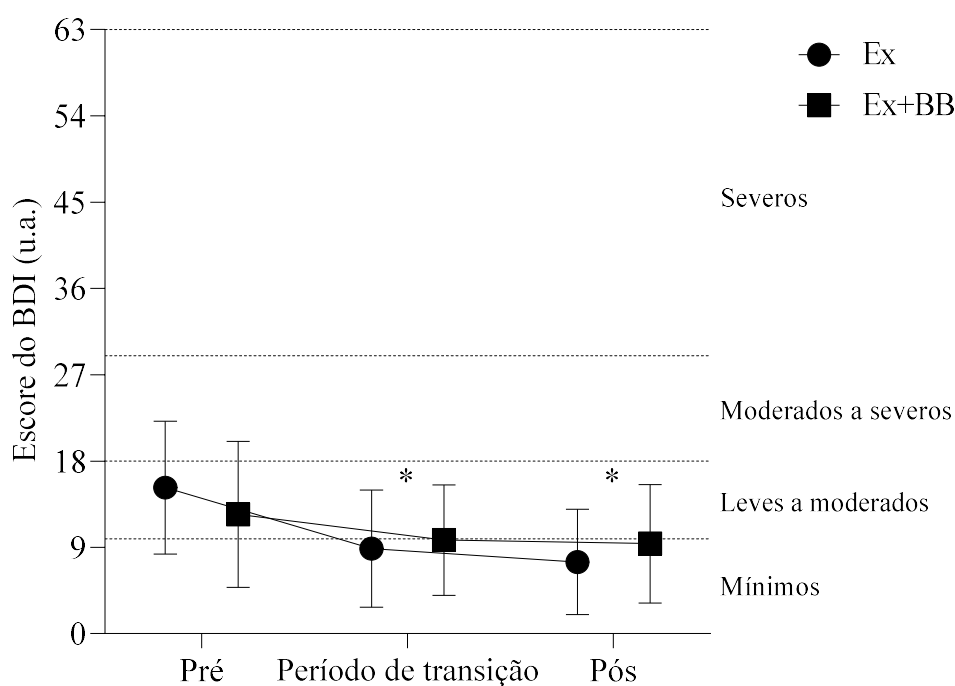
Note: DP - desvio padrão; IMC - índice de massa corporal; 1RM – uma repetição máxima; FC_{Rep} - frequência cardíaca de repouso; bpm - batimentos por minuto; PAS - pressão arterial sistólica; PAD - pressão arterial diastólica; BDI - *Beck depression inventory*; u.a. - unidades arbitrárias; IAPES - *interoceptive attribution of physical effort scale*; MAIA - *multidimensional assessment of interoceptive awareness*.

Fonte: O autor (2024).

5.4.1 Sintomas de depressão

A análise dos efeitos principais demonstrou que não houve interação significativa (condições vs. momentos) para os sintomas de depressão [$F_{(1.756; 47.413)} = 2,361$; $p = 0,111$; $\eta_p^2 = 0,080$]. No entanto, foram encontradas diferenças significantes entre os momentos, indicando diminuição nos sintomas de depressão [$F_{(1.756; 47.413)} = 12,997$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,325$], nos momentos de transição e pós-intervenção. Não foram encontradas diferenças significantes entre as condições (EX e EX+BB) para os sintomas de depressão [$F_{(1; 27)} < 0,001$; $p = 0,997$; $\eta_p^2 < 0,001$]. A Figura 6 apresenta as médias e desvios-padrão de cada condição e momento.

Figura 6. Sintomas de depressão ao longo das 12 semanas de intervenção. Nota: BDI = *Beck depression inventory*; u.a. = unidades arbitrárias; Ex = grupo alocado inicialmente para realizar apenas exercícios; Ex+BB = grupo alocado inicialmente para realizar exercícios com estimulação por batimentos binaurais antes do treino; * = diferenças significantes em relação ao momento Pré ($p < 0,05$).



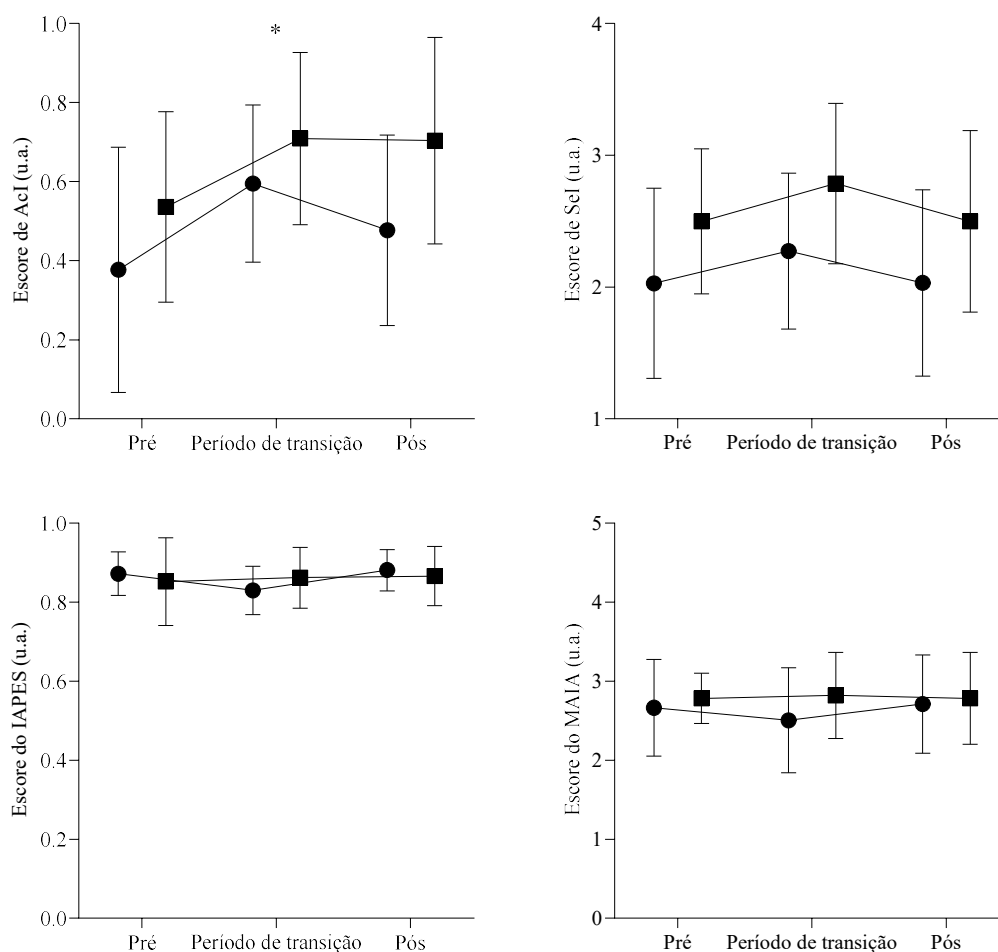
Fonte: O autor (2024).

5.4.2 Perfil interoceptivo

Nenhuma interação significativa [$F_{(1.966; 45.222)} = 0,488$; $p = 0,614$; $\eta_p^2 = 0,021$] foi encontrada para a variável AcI. No entanto, foram demonstradas diferenças significantes entre as condições [$F_{(1; 23)} = 5,073$; $p = 0,034$; $\eta_p^2 = 0,181$] e momentos [$F_{(1.966; 45.222)} =$

5,995; $p = 0,005$; $\eta_p^2 = 0,207$], sugerindo um aumento na percepção dos batimentos cardíacos durante o período de transição e que os indivíduos inicialmente alocados na condição EX+BB apresentaram níveis relativamente mais elevados de AcI. Não foram encontradas diferenças significantes para interação, momentos ou condições para a variável ISen, nem para as variáveis de AtI e CoI referentes aos questionários IAPES e MAIA. As variáveis do perfil interoceptivo estão apresentadas graficamente na Figura 7.

Figura 7. Respostas interoceptivas ao longo das 12 semanas de intervenção. Nota: círculos = grupo EX; quadrados = grupo EX+BB; AcI = acurácia interoceptiva; SeI = sensibilidade interoceptiva; IAPES = *interoceptive attribution of physical effort scale*; MAIA = *multidimensional assessment of interoceptive awareness*; u.a. = unidades arbitrárias; * diferenças significantes em relação ao momento Pré ($p < 0,05$).



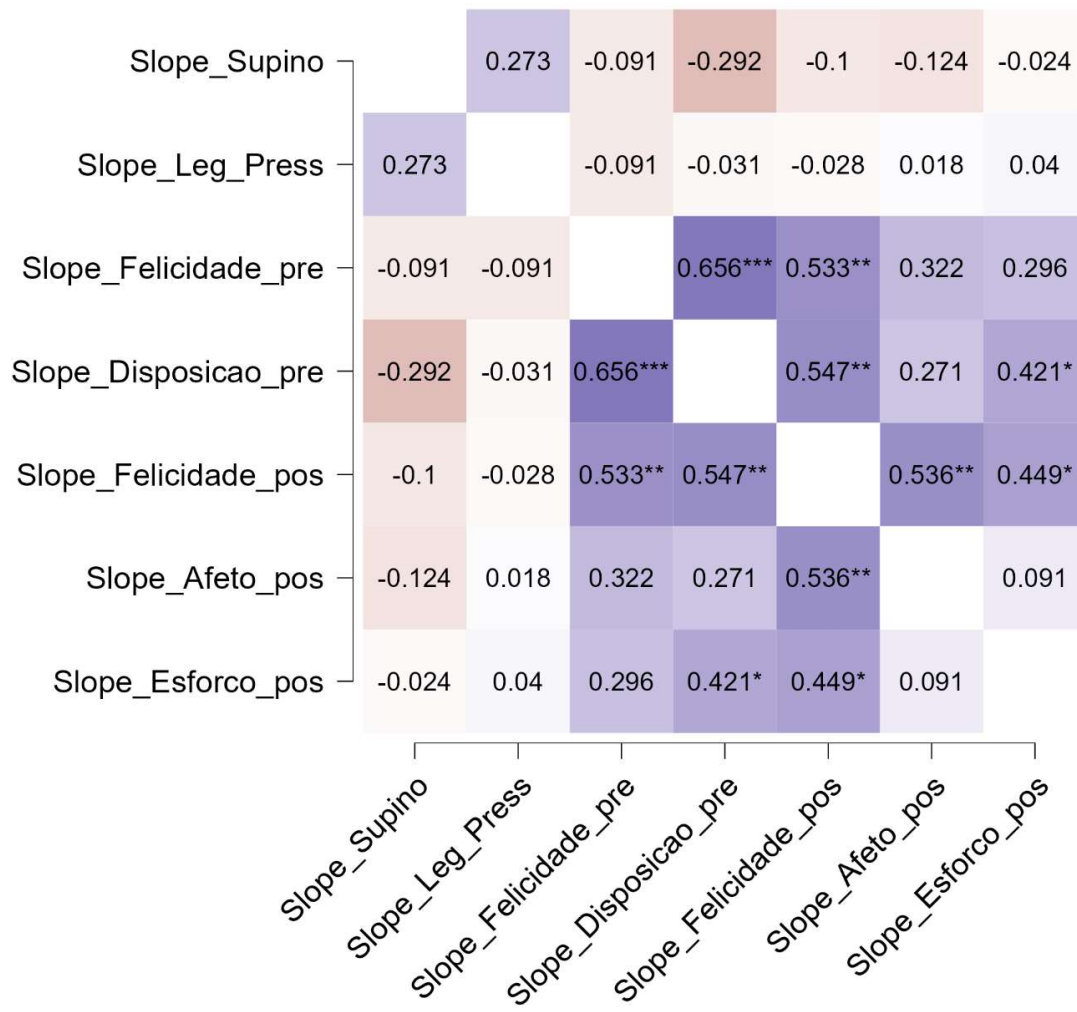
Fonte: O autor (2024).

5.4.3 Monitoramento diário

Em média, observou-se que não houve variações relevantes nas inclinações para as variáveis disposição pré ($-0,033 \pm 0,069$ u.a.), felicidade pré ($-0,006 \pm 0,032$ u.a.), felicidade pós ($-0,013 \pm 0,023$ u.a.), afeto pós ($-0,011 \pm 0,047$ u.a.) e esforço percebido pós ($-0,007 \pm 0,043$ u.a.). No entanto, foram observadas melhorias nas cargas autosseleccionadas para supino ($0,418 \pm 1,236$ kg) e leg press ($3,411 \pm 3,157$ kg) ao longo das 12 semanas de intervenção.

Correlações positivas foram encontradas entre a disposição pré vs. felicidade pré ($r = 0,656$; $p < 0,001$), vs. felicidade pós ($r = 0,547$; $p = 0,002$) e vs. esforço percebido pós ($r = 0,421$; $p = 0,023$), sugerindo que uma maior disposição pré-exercício esteve associada a maiores medidas de felicidade (pré e pós) e esforço percebido pós sessão. Além disso, observou-se que a felicidade pré também se correlacionou positivamente com a felicidade pós ($r = 0,533$; $p = 0,003$). Finalmente, verificou-se que a felicidade pós correlacionou-se positivamente com o afeto pós ($r = 0,536$; $p = 0,003$) e o esforço percebido pós ($r = 0,449$; $p = 0,015$). A Figura 8 apresenta o mapa térmico das correlações.

Figura 8. Correlações entre as variáveis do monitoramento diário durante as 12 semanas de intervenção. Nota: * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.



Fonte: O autor (2024).

5.5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar se o treinamento de força autosseleccionado com estimulações por BB influencia os sintomas de depressão e as respostas interoceptivas. Nossos resultados demonstraram que as 12 semanas de treinamento de força foram capazes de reduzir significativamente a magnitude dos sintomas de depressão dos participantes. Além disso, observamos que as respostas de AcI apresentaram melhoras até o período de transição da intervenção (ex., seis semanas), permanecendo estáveis até o final do programa de treinamento. A SeI, assim como a AtI e a CoI, parecem não ter sido influenciados pelo treinamento de força e pelos estímulos por BB.

A redução observada nos sintomas de depressão ao longo das 12 semanas de treinamento de força com intensidade autosseleccionada parece ser relevante, em especial, pelo fato dos participantes apresentarem níveis leves de sintomas ($13,7 \pm 7,3$) antes da intervenção. É possível que indivíduos com baixos níveis sintomatológicos sejam menos suscetíveis as mudanças provocadas pelo exercício, devido a um efeito piso, em que os valores estão concentrados próximos aos mínimos e dificultam a interpretação da variabilidade dos dados. Desta forma, os resultados encontrados sugerem potencial importante do treinamento de força com intensidade autosseleccionada para redução dos sintomas depressivos, visto que, se houve mudanças em indivíduos com sintomas leves, é possível que elas sejam mais proeminentes naqueles com sintomas moderados e severos.

A intervenção proposta foi capaz de promover sensações positivas de alta ativação nos participantes, independentemente das estimulações por BB. De fato, 52% dos participantes terminaram as sessões sentindo-se entre "bastante" e "extremamente" felizes, com um afeto médio pós sessão de $3,60 \pm 1,36$ u.a.. A autosseleção das intensidades não pareceu indicar preferência por cargas de treinamento mais leves, pois observou-se que em média os participantes autosseleccionaram cargas de $67\% \pm 11,5\%$ de 1RM para supino e $59,2\% \pm 14,7\%$ de 1RM para *leg press*. Também foi possível observar a partir dos *slopes*, que em média houve evolução nas cargas de *leg press* ($3,41 \pm 3,16$ kg) e supino ($0,42 \pm 1,24$ kg) ao longo da intervenção. A evolução das cargas autosseleccionadas pelos participantes para estes aparelhos não esteve correlacionada com o padrão de evolução de afeto, esforço, felicidade e disposição, devido a estabilidade média encontrada nos *slopes* destas variáveis.

A autosseleção da intensidade do exercício pode maximizar os efeitos psicológicos positivos sobre as condições estressantes do exercício, permitindo que os indivíduos ajustem suas cargas com base em percepções interoceptivas (ex., esforço, dor, temperatura) e emocionais (ex., prazer, felicidade, autoeficácia) sem reduzir os benefícios fisiológicos (Ekkekakis, 2009). No estudo de Barbosa-Netto *et al.* (2021), evidenciou-se que 52,5% dos indivíduos autosselecionaram cargas de treinamento superiores a 70% do sua repetição máxima, independentemente dos objetivos individuais, enquanto que no presente estudo cerca de 27,6% ficaram acima deste limiar para *leg press* e 17,2% para supino. Entretanto, se considerarmos intensidades iguais ou superiores a 60% de uma repetição máxima, para atender às demandas de desenvolvimento e manutenção da aptidão muscular, conforme preconizado pelo ACSM (2022), encontra-se números equivalentes a 72,4% para *leg press* e 55,2% para supino. Devido as características da população, sugere-se que os participantes do presente estudo autosselecionaram cargas suficientes para promover adaptações fisiológicas positivas.

Um corpo de evidências suporta que intervenções para aumentar os níveis de atividade física podem ser uma estratégia eficaz para melhorar a saúde mental (Peckham *et al.*, 2023). Nossos resultados sugerem que a melhora da saúde mental foi modulada principalmente por adaptações fisiológicas induzidas pelos exercícios de força com intensidade autosselecionada, uma vez que a condição EX+BB não apresentou mudanças significantes em relação à condição EX. Os resultados sugerem que os indivíduos se tornaram mais experientes no exercício, potencialmente tornando-os mais competentes em modular suas percepções. Embora potencialmente não prejudicial, parece que a estimulação por BB não influenciou a redução dos sintomas depressivos, bem como na melhora da AcI. Estudos futuros devem investigar como a estimulação em frequências mais baixas (ex., alfa e theta) e, durações variadas de estímulos podem modular sintomas de depressão, direcionando a atenção para as sinalizações interoceptivas.

Estimulações cerebrais não invasivas têm se mostrado eficazes na modulação da excitabilidade de redes cerebrais em indivíduos com transtornos mentais (Liang *et al.*, 2022). De fato, a estimulação magnética transcraniana é recomendada para o tratamento da depressão resistente a medicamentos (Rizvi; Khan, 2019), bem como a estimulação transcraniana por corrente contínua, que pode ser uma abordagem útil no tratamento dessas condições clínicas (Meron *et al.*, 2015). Apesar da estimulação por BB suprir possíveis limitações na aplicabilidade prática de outras técnicas, sua efetividade ainda carece de maior robustez. Os resultados do presente estudo sugerem que ouvir as

estimulações por BB nas frequências Beta (20 Hz) e Gama (40 Hz) antes de cada sessão de treinamento de força, não afeta a forma como os indivíduos percebem ou autorregulam sua atividade ao longo de 12 semanas de intervenção. A autorregulação do corpo, baseada na percepção de sinais interoceptivos, parece ser crucial para indivíduos acometidos por transtornos mentais, pois percepções imprecisas podem desencadear sensações que intensificam os sintomas.

A interocepção desempenha um papel fundamental na regulação emocional (Critchley; Garfinkel, 2017), especialmente em indivíduos acometidos por transtornos mentais, que supostamente apresentam percepções interoceptivas prejudicadas (Khalsa *et al.*, 2018). No presente estudo, os participantes apresentaram, em média, baixos níveis de AcI ($0,45 \pm 0,27$ u.a.) na fase pré-intervenção e erros da medida dentro do esperado, com aumentos durante o período de transição ($0,65 \pm 0,23$ u.a.) e estabilização após 12 semanas ($0,60 \pm 0,27$ u.a.). Por outro lado, o presente estudo não encontrou influências do treinamento de força com BB nos aspectos de SeI, AtI e CoI. Embora a percepção dos batimentos cardíacos seja um aspecto relevante da interocepção, é possível que outros componentes atuem em conjunto para determinar o perfil interoceptivo do indivíduo.

O conceito de perfil interoceptivo não está bem estabelecido na literatura. No entanto, estudos sugerem que alguns indivíduos podem ser mais precisos na percepção de certos sinais interoceptivos do que outros (Murphy, 2022; 2023). Além disso, a capacidade de estar atento, sensível, consciente, confiante e de interpretar essas sensações cria um cenário complexo, envolvendo inúmeras possibilidades de perfis individuais. O estudo de Körmendi *et al.* (2023) não encontrou diferenças nos níveis de depressão entre bons e maus percebedores dos sinais cardíacos, indicando que outras medidas de interocepção podem complementar a compreensão da capacidade de perceber sinais internos nessa população. Como sugerido por Ferentzi *et al.* (2018), apenas uma característica da interocepção não é suficiente para generalizar o conceito. Estudos futuros devem investigar a viabilidade de estabelecer um perfil interoceptivo para os participantes e como a prática de atividades físicas pode potencialmente alterar essas habilidades.

Uma revisão sistemática recente de ensaios clínicos randomizados por Heim *et al.* (2023), demonstrou que as principais intervenções psicológicas usadas para melhorar a interocepção em indivíduos com problemas de saúde mental são baseadas em terapias comportamentais, metacognitivas e de *mindfulness* para aumentar a atenção aos sinais corporais internos. De acordo com os autores (Heim *et al.*, 2023), ainda é baixa a

quantidade de evidência que combinar os BB com exercício físicos, e que poucos alguns estudos incorporam algum tipo de atividade física (ex., método Feldenkrais, yoga) na prática de mindfulness. Alguns estudos (Ahmadi *et al.*, 2020; Amaya *et al.*, 2021; Thomas *et al.*, 2019) têm se concentrado em investigar a influência de intervenções de exercícios crônicos nas habilidades interoceptivas, no entanto, a maioria desses estudos tem desenhos experimentais problemáticos (ex., grupos controles sem exercício ou abordagens não randomizadas).

O presente estudo apresenta algumas limitações que precisam ser esclarecidas. Primeiramente, a presença de sintomas de depressão não foi determinada pelo diagnóstico clínico. No entanto, o uso de questionários de autorrelato para avaliar a presença de sintomas sugestivos de depressão (Gorenstein; Andrade, 1996) está bem estabelecido e validado na literatura. Em segundo lugar, o nível baixo de sintomas apresentados pela amostra pode ter impactado nos resultados. Porém, é possível que indivíduos altos níveis de sintomas depressivos fossem menos responsivos as mudanças pretendidas pela intervenção. Em terceiro lugar, nenhuma outra medida concreta de interocepção foi utilizada além do TCBC. No entanto, devido ao alto custo dos equipamentos e à complexidade de mensuração dos testes de interocepção respiratória, gástrica e urinária, sua aplicação torna-se razoavelmente impraticável. Em quarto lugar, destaca-se que não houve controle do nível de experiência dos participantes com treinamento de força. Contudo, os objetivos do presente estudo não se propunham a comparar diferentes grupos pelo grau de treinabilidade. Em quinto lugar, destaca-se que os BB podem ser percebidos como chatos, entediantes e deslocados de uma aplicação no mundo real, devido ao natural barulho promovido. Entretanto, a estratégia utilizada no presente estudo procurou minimizar estes efeitos durante sua aplicação a partir de tempo de duração reduzido. Finalmente, medidas fisiológicas mais robustas (ex., volume muscular, dor muscular, variabilidade da frequência cardíaca, consumo de oxigênio, acúmulo de lactato sanguíneo) que pudessem fornecer respostas mais objetivas às adaptações fisiológicas durante a intervenção não foram avaliadas. No entanto, em cenários da vida real, muitas dessas medidas não estão disponíveis para praticantes de atividade física, tornando o autorrelato uma medida mais prática a ser avaliada durante um programa de treinamento.

5.6 CONCLUSÃO

Em conclusão, 12 semanas de treinamento de força com intensidade autosselecionada podem reduzir os sintomas de depressão, bem como melhorar a capacidade de perceber sinais corporais internos. Pode-se concluir também que a estimulação por BB não traz benefícios adicionais para os indivíduos. Recomenda-se a implementação de exercícios com intensidades autosselecionadas para maximizar a experiência de várias sensações fisiológicas. Sugere-se que, uma vez observada uma estabilidade na evolução da capacidade interoceptiva, programas de treinamento possam ser reformulados para incluir estratégias de intensidades impostas para promover novas adaptações fisiológicas nos participantes.

REFERÊNCIAS

ACSM. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022. 845 p. (American College of Sports Medicine Series. 9781975150211.

AHMADI, H.; ADIB, H.; SELK-GHAFFARI, M.; SHAFIZAD, M. *et al.* Comparison of the effects of the Feldenkrais method versus core stability exercise in the management of chronic low back pain: a randomised control trial. **Clin Rehabil**, 34, n. 12, p. 1449-1457, Dec 2020.

AMAYA, Y.; ABE, T.; KANBARA, K.; SHIZUMA, H. *et al.* The effect of aerobic exercise on interoception and cognitive function in healthy university students: a non-randomized controlled trial. **BMC Sports Sci Med Rehabil**, 13, n. 1, p. 99, Aug 28 2021.

APA. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais DSM-5**. Porto Alegre: ARTMED Editora LTDA, 2014.

BARBOSA-NETTO, S.; D'ACELINO, E. P. O. S.; ALMEIDA, M. B. Self-Selected Resistance Exercise Load: Implications for Research and Prescription. **J Strength Cond Res**, 35, n. Suppl 1, p. S166-s172, Feb 1 2021.

BEAUCHENE, C.; ABAID, N.; MORAN, R.; DIANA, R. A. *et al.* The effect of binaural beats on verbal working memory and cortical connectivity. **J Neural Eng**, 14, n. 2, p. 026014, Apr 2017.

BECK, A. T.; STEER, R. A.; GARBIN, M. G. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. Netherlands: Elsevier Science. 8: 77-100 p. 1988.

BREWER, R.; MURPHY, J.; BIRD, G. Atypical interoception as a common risk factor for psychopathology: A review. **Neurosci Biobehav Rev**, 130, p. 470-508, Nov 2021.

BRZYCKI, M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, 64, n. 1, p. 88-90, 1993/01/01 1993.

CRITCHLEY, H. D.; GARFINKEL, S. N. Interoception and emotion. **Current Opinion in Psychology**, 17, p. 7-14, 2017/10/01/ 2017.

DA SILVA MACHADO, D. G.; BIKSON, M.; DATTA, A.; CAPARELLI-DÁQUER, E. *et al.* Acute effect of high-definition and conventional tDCS on exercise performance and psychophysiological responses in endurance athletes: a randomized controlled trial. **Sci Rep**, 11, n. 1, p. 13911, Jul 6 2021.

DWAN, K.; LI, T.; ALTMAN, D. G.; ELBOURNE, D. CONSORT 2010 statement: extension to randomised crossover trials. **Bmj**, 366, p. 14378, Jul 31 2019.

EKKEKAKIS, P. Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise. **Cogn Emot**, 17, n. 2, p. 213-239, Mar 2003.

EKKEKAKIS, P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. **Sports Med**, 39, n. 10, p. 857-888, 2009.

EKKEKAKIS, P.; MURRI, M. B. Exercise as antidepressant treatment: Time for the transition from trials to clinic? **Gen Hosp Psychiatry**, 49, p. A1-a5, Nov 2017.

ELSANGEDY, H. M.; KRAUSE, M. P.; KRINSKI, K.; ALVES, R. C. *et al.* Is the self-selected resistance exercise intensity by older women consistent with the American College of Sports Medicine guidelines to improve muscular fitness? **J Strength Cond Res**, 27, n. 7, p. 1877-1884, Jul 2013.

FERENTZI, E.; BOGDÁNY, T.; SZABOLCS, Z.; CSALA, B. *et al.* Multichannel Investigation of Interoception: Sensitivity Is Not a Generalizable Feature. **Front Hum Neurosci**, 12, p. 223, 2018.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **J Strength Cond Res**, 15, n. 1, p. 109-115, Feb 2001.

GAO, X.; CAO, H.; MING, D.; QI, H. *et al.* Analysis of EEG activity in response to binaural beats with different frequencies. **Int J Psychophysiol**, 94, n. 3, p. 399-406, Dec 2014.

GBD; COLLABORATORS, G. D. a. I. I. a. P. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **Lancet**, 392, n. 10159, p. 1789-1858, Nov 10 2018.

GORENSTEIN, C.; ANDRADE, L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. **Braz J Med Biol Res**, 29, n. 4, p. 453-457, Apr 1996.

HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of sport and exercise psychology**, 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

HEIM, N.; BOBOU, M.; TANZER, M.; JENKINSON, P. M. *et al.* Psychological interventions for interoception in mental health disorders: A systematic review of randomized-controlled trials. **Psychiatry Clin Neurosci**, 77, n. 10, p. 530-540, Oct 2023.

HEISSEL, A.; HEINEN, D.; BROKMEIER, L. L.; SKARABIS, N. *et al.* Exercise as medicine for depressive symptoms? A systematic review and meta-analysis with meta-regression. **Br J Sports Med**, 57, n. 16, p. 1049-1057, Aug 2023.

HENDRIKSE, J.; KANDOLA, A.; COXON, J.; ROGASCH, N. *et al.* Combining aerobic exercise and repetitive transcranial magnetic stimulation to improve brain function in health and disease. **Neurosci Biobehav Rev**, 83, p. 11-20, Dec 2017.

ISIS, S.; ARMELE, D.; PAULO, G. L.; RAYLENE, A. *et al.* The effect of tDCS on improving physical performance and attenuating effort perception during maximal dynamic exercise in non-athletes. **Neurosci Lett**, 794, p. 136991, Jan 18 2023.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical Assessment of Body Composition. **Phys Sportsmed**, 13, n. 5, p. 76-90, May 1985.

KHALSA, S. S.; ADOLPHS, R.; CAMERON, O. G.; CRITCHLEY, H. D. *et al.* Interoception and Mental Health: A Roadmap. **Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging**, v. 3, n. 6, p. 501-513, Jun 2018.

KÖRMENDI, J.; FERENTZI, E.; PETZKE, T.; GÁL, V. *et al.* Do we need to accurately perceive our heartbeats? Cardioceptive accuracy and sensibility are independent from indicators of negative affectivity, body awareness, body image dissatisfaction, and alexithymia. **PLoS One**, 18, n. 7, p. e0287898, 2023.

LARSSON, D. E. O.; ESPOSITO, G.; CRITCHLEY, H. D.; DIENES, Z. *et al.* Sensitivity to changes in rate of heartbeats as a measure of interoceptive ability. **Journal of Neurophysiology**, 126, n. 5, p. 1799-1813, 2021/11/01 2021.

LEE, M.; SONG, C. B.; SHIN, G. H.; LEE, S. W. Possible Effect of Binaural Beat Combined With Autonomous Sensory Meridian Response for Inducing Sleep. **Front Hum Neurosci**, 13, p. 425, 2019.

LIANG, C. S.; CHOU, P. H.; WANG, S. C.; SACK, A. T. *et al.* Editorial: Non-invasive brain stimulation in psychiatric disorders: From bench to bedside. **Front Psychiatry**, 13, p. 1106558, 2022.

LÓPEZ-CABALLERO, F.; ESCERA, C. Binaural Beat: A Failure to Enhance EEG Power and Emotional Arousal. **Front Hum Neurosci**, 11, p. 557, 2017.

MARSH, J. T.; WORDEN, F. G.; SMITH, J. C. Auditory frequency-following response: neural or artifact? **Science**, 169, n. 3951, p. 1222-1223, Sep 18 1970.

MEHLING, W. E.; ACREE, M.; STEWART, A.; SILAS, J. *et al.* The Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, Version 2 (MAIA-2). **PLoS One**, 13, n. 12, p. e0208034, 2018.

MERON, D.; HEDGER, N.; GARNER, M.; BALDWIN, D. S. Transcranial direct current stimulation (tDCS) in the treatment of depression: Systematic review and meta-analysis of efficacy and tolerability. **Neurosci Biobehav Rev**, 57, p. 46-62, Oct 2015.

MURPHY, J. Propensity to use interoceptive signals: An important individual difference. **Biol Psychol**, 171, p. 108326, May 2022.

MURPHY, J. Interoception: Where do we go from here? **Q J Exp Psychol (Hove)**, p. 17470218231172725, May 9 2023.

NORD, C. L.; GARFINKEL, S. N. Interoceptive pathways to understand and treat mental health conditions. **Trends Cogn Sci**, 26, n. 6, p. 499-513, Jun 2022.

PECKHAM, E.; TEW, G.; LORIMER, B.; BAILEY, L. *et al.* Interventions to increase physical activity and reduce sedentary behaviour in severe mental ill health: How effective are they?'- A systematic review. **Mental Health and Physical Activity**, 25, p. 100547, 2023/10/01/ 2023.

RECCHIA, F.; LEUNG, C. K.; CHIN, E. C.; FONG, D. Y. *et al.* Comparative effectiveness of exercise, antidepressants and their combination in treating non-severe depression: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**, Sep 16 2022.

REYNOLDS, J. M.; GORDON, T. J.; ROBERGS, R. A. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. **J Strength Cond Res**, 20, n. 3, p. 584-592, Aug 2006.

RHODES, R. E.; KATES, A. Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. **Ann Behav Med**, 49, n. 5, p. 715-731, Oct 2015.

RIZVI, S.; KHAN, A. M. Use of Transcranial Magnetic Stimulation for Depression. **Cureus**, 11, n. 5, p. e4736, May 23 2019.

SANTOS, L. E. R.; ELSANGEDY, H. M.; DE SOUZA, C.; DA SILVA MESQUITA, B. M. *et al.* Reliability of the Heartbeat Tracking Task to Assess Interoception. **Appl Psychophysiol Biofeedback**, 48, n. 2, p. 171-178, Jun 2023.

SANTOS, L. E. R.; WALLMAN-JONES, A.; HENRIQUE, R. d. S.; ELSANGEDY, H. M. *et al.* Development and validation of the interoceptive attribution of physical effort scale. NP.

SCHANDRY, R. Heart beat perception and emotional experience. **Psychophysiology**, v. 18, n. 4, p. 483-488, 1981.

SCHUCH, F. B.; VANCAMPFORT, D. Physical activity, exercise, and mental disorders: it is time to move on. **Trends Psychiatry Psychother**, 43, n. 3, p. 177-184, Jul-Sep 2021.

SCHUCH, F. B.; VANCAMPFORT, D.; RICHARDS, J.; ROSENBAUM, S. *et al.* Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. **J Psychiatr Res**, 77, p. 42-51, Jun 2016.

SCHULZ, A.; BACK, S. N.; SCHAAN, V. K.; BERTSCH, K. *et al.* On the construct validity of interoceptive accuracy based on heartbeat counting: Cardiovascular determinants of absolute and tilt-induced change scores. **Biol Psychol**, 164, p. 108168, Sep 2021.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, 9, n. 5, p. 480-491; discussion 480, 492, Sep-Oct 1993.

STEIN, D. J.; SHOPTAW, S. J.; VIGO, D. V.; LUND, C. *et al.* Psychiatric diagnosis and treatment in the 21st century: paradigm shifts versus incremental integration. **World Psychiatry**, 21, n. 3, p. 393-414, Oct 2022.

SUKSASILP, C.; GARFINKEL, S. N. Towards a comprehensive assessment of interoception in a multi-dimensional framework. **Biol Psychol**, 168, p. 108262, Feb 2022.

THOMAS, E. A.; MIJANGOS, J. L.; HANSEN, P. A.; WHITE, S. *et al.* Mindfulness-Oriented Recovery Enhancement Restructures Reward Processing and Promotes Interoceptive Awareness in Overweight Cancer Survivors: Mechanistic Results From a Stage 1 Randomized Controlled Trial. **Integr Cancer Ther**, 18, p. 1534735419855138, Jan-Dec 2019.

VERGALLITO, A.; GALLUCCI, A.; PISONI, A.; PUNZI, M. *et al.* Effectiveness of noninvasive brain stimulation in the treatment of anxiety disorders: a meta-analysis of sham or behaviour-controlled studies. **J Psychiatry Neurosci**, 46, n. 6, p. E592-e614, Nov-Dec 2021.

VIANA, M. F. **Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor: POMS**. 2001.

WALLMAN-JONES, A.; PERAKAKIS, P.; TSAKIRIS, M.; SCHMIDT, M. Physical activity and interoceptive processing: Theoretical considerations for future research. **Int J Psychophysiol**, 166, p. 38-49, Aug 2021.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Curr Sports Med Rep**, 11, n. 4, p. 209-216, Jul-Aug 2012.

WHO. Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates. Geneva: World Health Organization 2017.

YADAV, G. S.; CIDRAL-FILHO, F. J.; IYER, R. B. Using Heartfulness Meditation and Brainwave Entrainment to Improve Teenage Mental Wellbeing. **Front Psychol**, 12, p. 742892, 2021.

APÊNDICE A – Dados brutos do artigo 1

Sujeito	Sexo	Idade	Peso	Estatura	Iacc_1	Isen_1	Iawa_1	HR_1	Real_BPM_1	Counted_BPM_1	Iacc_2	Isen_2	Iawa_2	HR_2	Real_BPM_2	Counted_BPM_2	Score_QAI	Mean_Iacc	Mean_Isen	Mean_Iawa	Iacc_Mean	Cat	Isen_Mean	Cat	Iawa_Mean	Cat
1	F	21	43,0	1,54	0,89	1,55	0,25	74,82	24,93	22,17	0,86	2,30	0,31	77,30	25,65	22,02	0,85	0,87	1,93	0,28	1	0	0	0	0	
2	F	22	57,0	1,67	0,77	2,90	-0,01	82,45	27,43	21,57	0,80	2,97	0,01	73,23	24,38	20,23	0,85	0,79	2,93	0,00	0	0	0	0	0	
3	F	22	56,1		0,64	2,27	0,31	82,53	27,52	17,45	0,77	2,53	0,41	77,60	25,88	19,78	0,63	0,70	2,40	0,36	0	0	0	0	1	
4	F	53	88,5	1,75	0,92	3,32	0,48	63,97	21,30	20,08	0,93	3,17	0,65	66,65	22,22	21,00	0,81	0,93	3,24	0,57	1	1	0	0	1	
5	M	23	63,0	1,73	0,73	3,12	0,21	73,68	24,57	17,93	0,76	3,10	0,07	81,50	27,15	20,53	0,88	0,74	3,11	0,14	0	1	1	0	0	
6	M	23	74,0	1,72	0,81	1,95	0,61	61,22	20,42	16,70	0,92	3,55	0,51	64,48	21,50	20,22	0,81	0,87	2,75	0,56	1	0	1	0	1	
7	F	43	73,0	1,58	0,55	2,58	0,46	86,57	28,87	15,92	0,67	2,27	0,30	83,88	28,03	18,78	0,72	0,61	2,43	0,38	0	0	0	0	0	
8	F	20	52,0	1,63	0,83	2,80	0,49	66,35	22,12	18,55	0,86	2,87	0,47	80,68	26,90	23,38	0,70	0,85	2,83	0,48	0	0	0	0	0	
9	M	27	61,5	1,66	0,48	2,95	0,21	80,37	26,78	12,83	0,72	3,38	0,33	82,02	27,25	19,42	0,78	0,60	3,17	0,27	0	1	1	0	0	
10	F	49	60,0	1,54	0,83	3,40	0,68	76,13	25,38	21,52	0,92	2,97	0,33	82,07	27,27	26,65	0,81	0,87	3,18	0,46	1	1	0	0	1	
11	F	29		1,60	0,34	2,43	0,77	67,47	22,48	7,57	0,24	2,20	0,60	89,45	29,85	7,05	0,97	0,29	2,32	0,68	0	0	1	0	1	
12	M	31	63,0	1,6	0,66	2,48	-0,03	68,87	22,92	15,43	0,54	2,87	0,39	72,45	24,22	12,90	0,66	0,60	2,68	0,18	0	0	0	0	0	
13	M	37	77,7	1,74	0,97	3,93	0,01	68,17	22,70	22,37	0,93	3,85	0,20	76,03	25,35	23,55	0,78	0,95	3,89	0,11	1	1	0	0	0	
14	M	24	85,0	1,82	0,49	2,40	0,15	71,77	23,92	11,65	0,41	2,62	0,19	73,67	24,58	10,15	0,78	0,45	2,51	0,17	0	0	0	0	0	
15	M	22	91,0	1,78	0,87	2,83	0,58	66,50	22,20	19,78	0,91	3,40	0,58	68,43	23,17	22,22	0,66	0,89	3,12	0,58	1	1	0	0	1	
16	M	30	85,0	1,66	0,12	1,82	0,41	85,75	28,53	3,28	0,07	1,63	0,61	74,73	24,92	1,68	0,72	0,09	1,73	0,51	0	0	1	0	1	
17	M	23	75,0	1,82	0,77	2,53	0,27	68,62	22,88	17,63	0,86	2,15	0,40	64,85	23,62	18,93	0,91	0,82	2,34	0,33	0	0	0	0	0	
18	M	24	78,0	1,78	0,58	1,72	0,68	62,68	20,90	12,08	0,60	1,93	0,66	70,82	23,63	14,00	0,81	0,59	1,83	0,67	0	0	1	0	1	
19	F	23	65,0	1,66	0,68	2,87	0,56	88,07	29,05	20,72	0,80	2,98	0,37	95,83	31,97	25,73	0,88	0,74	2,93	0,47	0	0	0	0	0	
20	M	22	89,0	1,68	0,44	2,67	0,34	60,07	19,98	8,77	0,57	2,55	0,34	62,93	20,97	11,95	0,91	0,50	2,61	0,34	0	0	0	0	0	
21	F	27	54,0	1,51	0,60	3,20	0,40	65,87	21,92	13,17	0,61	2,83	-0,46	70,82	23,60	14,23	0,72	0,60	3,02	-0,03	0	1	0	0	0	
22	M	23	91,0	1,90	0,68	2,63	0,04	69,47	23,15	15,73	0,65	2,07	-0,19	71,32	23,78	15,58	0,85	0,67	2,35	-0,08	0	0	0	0	0	
23	F	23	62,0	1,58	0,56	2,75	0,62	97,78	32,53	18,28	0,77	2,97	0,62	89,13	29,72	22,93	0,88	0,67	2,86	0,62	0	1	0	0	1	
24	M	22	81,0	1,80	0,46	3,48	0,33	80,22	26,70	12,28	0,51	3,50	0,25	81,55	27,12	13,85	0,88	0,49	3,49	0,29	0	1	0	0	1	
25	F	20	93,0	1,74	0,79	1,95	0,64	96,32	32,12	25,47	0,94	2,55	0,46	90,47	30,05	28,50	0,78	0,86	2,25	0,55	1	0	1	0	1	
26	F	53	68,0	1,6	0,85	3,15	0,65	72,72	24,22	20,78	0,93	2,97	0,65	83,65	27,88	25,95	0,60	0,89	3,06	0,65	1	1	1	0	1	
27	F	22		1,63	0,23	1,53	0,62	86,97	29,15	6,63	0,49	2,40	0,46	81,37	27,08	13,13	0,94	0,36	1,97	0,54	0	0	1	0	1	
28	M	24			0,74	2,22	0,82	78,15	26,03	19,43	0,85	2,65	0,78	91,83	30,63	26,35	0,88	0,80	2,43	0,80	0	0	0	0	1	
29	M	33	87,0	1,75	0,74	2,22	0,62	65,43	21,82	16,18	0,84	3,12	0,42	66,65	22,22	18,87	0,82	0,79	2,67	0,52	0	0	1	0	1	
30	F	24	57,0	1,56	0,86	2,87	0,11	76,15	25,38	22,83	0,89	2,75	0,13	71,90	23,97	24,72	0,75	0,88	2,81	0,12	1	0	0	0	0	
31	M	23	62,0	1,71	0,93	2,63	0,12	63,45	21,17	21,12	0,94	2,83	0,41	70,45	23,52	23,30	0,94	0,94	2,73	0,27	1	0	0	0	0	

APÊNDICE B – Dados brutos do artigo 2

Participante	Sexo	Idade	Massa	Estatura	FC_Rep	IAPES_Score	BDI_Score	Média_Iacc_Baseline	Média_Iacc_PostBeta	Média_Iacc_PostGamma	Média_Isen_Baseline	Média_Isen_PostBeta	Média_Isen_PostGamma
FA_1_01	Masculino	20	65,5	1,74	63,0	0,85	17	0,98	0,93	0,89	3,00	3,33	2,67
FA_1_02	Feminino	23	53,4	1,59	82,0	0,97	16	0,61	0,51	0,00	3,00	2,00	1,67
FA_1_03	Feminino	27	54,5	1,69	81,0	0,85	7	0,23	0,50	0,24	1,67	2,67	1,67
FA_1_04	Feminino	19	69,6	1,68	85,0	0,97	5	0,01	0,03	0,08	1,33	1,67	2,67
FA_2_05	Feminino	21	84,6	1,68	80,0	0,78	19	0,63	0,82	0,73	2,00	2,33	2,33
FA_1_06	Feminino	31		1,55	81,0	0,85	5	0,00	0,30	0,56	1,00	1,00	2,00
FA_1_07	Masculino	27	67,1	1,84	70,0	0,72	11	0,91	0,70	0,78	2,33	2,33	3,00
FA_1_08	Masculino	25	66,3	1,69	92,0	0,63	15	0,80	0,97	0,90	3,00	3,00	3,00
FA_1_09	Feminino	31	69,5	1,67	96,0	0,94	18	0,66	0,65	0,52	3,33	2,67	2,67
FA_1_10	Feminino	20	60,0	1,60	70,0	0,88	14	0,12	0,19	0,31	2,33	2,67	2,33
FA_1_11	Masculino	19	78,0	1,73	62,0	0,94	7	0,00	0,52	0,40	1,00	2,33	1,67
FA_1_12	Feminino	18	64,1	1,71	89,0	0,81	7	0,07	0,15	0,43	2,00	2,00	3,00
FA_1_13	Feminino	22	83,0	1,56	83,0	1,00	5	0,11	0,55	0,47	1,67	3,00	3,00
FA_1_14	Feminino	18	58,5	1,55	86,0	0,94	5	0,30	0,53	0,34	2,67	3,00	2,67
FA_2_01	Masculino	21	78,4	1,76	72,5	0,78	16	0,69	0,82	0,81	3,00	3,00	3,33
FA_2_02	Feminino	19	53,4	1,65	70,0	0,78	19	0,30	0,88	0,26	2,00	2,00	1,67
FA_2_03	Feminino	19	44,1	1,53	66,5	0,85	14	0,20	0,36	0,14	1,67	2,33	1,33
FA_2_04	Feminino	28	50,2	1,57	72,5	0,85	12	0,05	0,06	0,13	1,33	2,00	1,67
FA_2_05	Masculino	28	72,6	1,72	51,5	0,85	12	0,63	0,71	0,63	3,00	3,00	3,00
FA_2_06	Feminino	19	69,8	1,68	70,0	0,78	16	0,55	0,60	0,21	3,00	2,00	1,33
FA_2_07	Feminino	20	63,6	1,65	82,5	0,78	4	0,78	0,48	0,86	2,00	1,67	2,00
FA_2_08	Feminino	28	63,5	1,44	66,0	0,78	10	0,44	0,88	0,00	2,33	2,33	1,00
FA_2_09	Feminino	29	56,9	1,70	78,0	0,91	18	0,00	0,10	0,28	1,00	1,33	1,67
FA_2_10	Feminino	18	65,0	1,62	85,5	0,88	10	0,02	0,30	0,09	1,33	2,33	1,33
FA_2_11	Feminino	18	51,2	1,59	122,0	0,91	8	0,56	0,29	0,93	1,67	1,33	2,33
FA_2_12	Masculino	22	55,4	1,65	61,0	0,97	11	0,00	0,13	0,00	1,00	1,33	1,00
FA_2_13	Masculino	20	58,4	1,69	85,0	0,75	12	0,59	0,50	0,29	2,33	2,67	2,00
FA_2_14	Feminino	28	71,8	1,52	65,0	0,91	30	0,71	0,61	0,75	2,67	2,33	2,00
FA_2_15	Masculino	27	81,1	1,82	65,0	0,97	6	0,85	0,36	0,04	3,00	1,67	1,33
FA_2_16	Feminino	26	73,4	1,67	75,5	0,91	18	0,30	0,49	0,15	2,33	2,33	1,67
FA_2_17	Feminino	19	57,1	1,64	85,0	0,91	7	0,78	0,72	0,61	1,67	3,00	2,33
FA_2_19	Feminino	22	67,8	1,64	103,5	0,69	13	0,00	0,07	0,00	1,00	1,67	1,00
FA_2_20	Masculino	30	79,8	1,72	63,0	0,91	9	0,52	0,83	0,43	2,67	2,67	2,33
FA_2_21	Feminino	20	51,2	1,60	78,0	0,88	6	0,51	0,55	0,51	2,67	3,67	3,33
FA_2_22	Masculino	22	104,3	1,73	59,5	0,91	11	0,94	0,65	0,81	3,67	3,33	3,33
FA_2_23	Feminino	23	74,0	1,66	112,5	0,85	33	0,33	0,54	0,39	3,67	3,33	3,00
FA_2_24	Masculino	22	67,8	1,78	82,5	0,88	12	0,03	0,00	0,16	1,33	1,00	1,00
FA_2_25	Feminino	46	78,0	1,56	102,0	0,81	27	0,30	0,93	0,48	2,33	3,33	2,33
FA_2_26	Masculino	21	63,0	1,72	72,0	0,91	4	0,46	0,62	0,55	2,33	2,67	2,33
FA_2_27	Feminino	18	53,2	1,70	95,5	0,94	9	0,51	0,27	0,54	2,00	1,33	1,67
FA_2_28	Feminino	19	51,3	1,66	102,5	0,97	9	0,86	0,61	0,83	2,67	1,67	2,67
FA_2_29	Feminino	20	57,6	1,57	96,0	0,85	38	0,11	0,00	0,09	1,33	1,00	1,33
FA_2_30	Masculino	23	69,6	1,86	79,0	0,54	15	0,51	0,00	0,00	2,00	1,00	1,00
FA_2_31	Masculino	20	60,2	1,76	92,5	0,94	10	0,02	0,16	0,00	1,33	2,00	1,00
FA_2_32	Masculino	25		73,0		0,75	8	0,32	0,62	0,80	2,00	3,00	3,00
FA_2_33	Feminino	18	59,2	1,50	91,5	0,85	18	0,39	0,28	0,32	2,00	2,00	2,00
FA_2_34	Masculino	24	48,2	1,65	98,0	0,72	29	0,69	0,45	0,43	3,33	3,00	3,00
FA_2_35	Masculino	20	70,9	1,76	76,0	0,76	21	0,64	0,41	0,38	2,33	1,67	2,00
FA_2_36	Feminino	18	68,6	1,62	90,0	0,88	18	0,47	0,51	0,52	3,00	1,67	1,67
FA_2_37	Feminino	22	51,3	1,60	68,5	0,94	21	0,16	0,50	0,22	1,67	2,33	1,67
FA_2_38	Feminino	20	54,1	1,59	91,0	0,75	18	0,38	0,59	0,55	2,33	2,33	3,33
FA_2_42	Feminino	19	62,6	1,60	61,5	0,94	7	0,26	0,00	0,47	3,33	1,00	3,33

APÊNDICE C – Dados brutos do artigo 3

Participante	Grupo	Sexo	Idade	Peso_Pre	Peso_Washout	Peso_Pos	Estatura_Pre	Estatura_Washout	Estatura_Pos	IMC_Pre	IMC_Washout	IMC_Pos	PAS_Reposuo_Pre	PAS_Reposuo_Washout	PAS_Reposuo_Pos
FA_2_01	EX+AB	Masculino	21,00	78,40	78,50	79,20	1,76	1,75	1,76	25,31	25,63	25,57	137,50	117,00	112,00
FA_2_04	EX	Feminino	28,00	50,20	49,60	51,40	1,57	1,57	1,57	20,37	20,12	20,85	110,00	103,50	109,00
FA_2_05	EX+AB	Masculino	28,00	72,60	72,20	71,60	1,72	1,71	1,72	24,54	24,69	24,20	135,50	137,50	119,00
FA_2_06	EX+AB	Feminino	19,00	69,80	70,10	72,50	1,68	1,68	1,67	24,73	24,84	26,00	134,00	112,00	113,50
FA_2_07	EX+AB	Feminino	20,00	63,60	63,90	62,70	1,65	1,66	1,65	23,36	23,19	23,03	116,50	112,00	109,00
FA_2_08	EX	Feminino	28,00	63,50	63,10	62,90	1,44	1,46	1,47	30,62	29,60	29,11	109,00	110,00	104,50
FA_2_09	EX	Feminino	29,00	56,90	56,40	55,30	1,70	1,70	1,70	19,69	19,52	19,13	121,00	116,00	102,50
FA_2_10	EX+AB	Feminino	18,00	65,00	65,70		1,62	1,65		24,77	24,13		144,50	125,50	
FA_2_11	EX	Feminino	18,00	51,20	51,10		1,59	1,61		20,25	19,71		135,00	127,00	
FA_2_13	EX	Masculino	20,00	58,40	59,60	60,00	1,69	1,70	1,70	20,45	20,62	20,76	114,00	107,00	118,50
FA_2_14	EX+AB	Feminino	28,00	71,80	71,00	70,50	1,52	1,53	1,52	31,08	30,33	30,51	114,00	125,50	109,50
FA_2_15	EX+AB	Masculino	27,00	81,10	78,90		1,82	1,77		24,48	25,18		121,50	109,50	112,00
FA_2_16	EX	Feminino	26,00	73,40	73,20	75,60	1,67	1,63	1,63	26,32	27,55	28,45	115,00	113,50	101,00
FA_2_17	EX	Feminino	19,00	57,10	60,60	61,20	1,64	1,64	1,62	21,23	22,53	23,32	123,50	112,00	101,50
FA_2_21	EX+AB	Feminino	20,00	51,20	51,60		1,60	1,57		20,00	20,93		114,00	101,00	
FA_2_22	EX	Masculino	22,00	104,30	101,80	98,20	1,73	1,73	1,72	34,85	34,01	33,19	138,00	131,50	128,00
FA_2_23	EX	Feminino	23,00	74,00	77,50		1,66	1,66		26,85	28,12		116,00	126,50	
FA_2_24	EX	Masculino	22,00	67,80	67,70	69,00	1,78	1,78	1,80	21,40	21,37	21,30	143,50	142,50	129,00
FA_2_25	EX+AB	Feminino	46,00	78,00	76,10	75,80	1,56	1,64	1,57	32,05	28,29	30,75	128,50	125,00	132,50
FA_2_26	EX+AB	Masculino	21,00	63,00	62,00	62,40	1,72	1,70	1,72	21,30	21,45	21,09	143,50	125,50	139,00
FA_2_27	EX+AB	Feminino	18,00	53,20	53,40	53,00	1,70	1,67	1,70	18,41	19,15	18,34	120,50	106,50	107,00
FA_2_28	EX+AB	Feminino	19,00	51,30	50,50	50,00	1,66	1,62	1,67	18,62	19,24	17,93	130,00	106,50	107,50
FA_2_30	EX+AB	Masculino	23,00	69,60	69,80	71,90	1,86	1,87	1,86	20,12	19,96	20,78	126,00	107,00	111,50
FA_2_31	EX+AB	Masculino	20,00	60,20	61,10	62,00	1,76	1,73	1,75	19,43	20,41	20,24	138,00	121,50	116,50
FA_2_33	EX	Feminino	18,00	59,20	59,00	59,20	1,50	1,52	1,53	26,31	25,54	25,29	130,00	122,00	111,00
FA_2_36	EX	Feminino	18,00	68,60	68,00	67,40	1,62	1,64	1,63	26,14	25,28	25,37	112,50	105,00	122,50
FA_2_37	EX	Feminino	22,00	51,30	56,90	57,50	1,60	1,54	1,55	20,04	23,99	23,93	112,00	104,00	99,00
FA_2_38	EX+AB	Feminino	20,00	54,10	54,90		1,59	1,60		21,40	21,45		121,00	100,00	112,50
FA_2_42	EX+AB	Feminino	19,00	62,60	62,90	63,50	1,60	1,64	1,62	24,45	23,39	24,20	115,50	104,50	116,50

PAD_Repouso	Pre PAD_Repouso	Washout PAD_Repouso	Pos FC_Repouso	Pre FC_Repouso	Washout FC_Repouso	Pos Circ_Quadril	Pre Circ_Quadril	Washout Circ_Quadril	Pos Circ_Cintura	Pre Circ_Cintura	Washout Circ_Cintura	Pos Circ_Braço	Pre Circ_Braço	Washout Circ_Braço	Pos Circ_Coxa	Pre Circ_Coxa
74,50	66,00	71,50	72,50	72,50	79,00	63,00	100,00	111,00	97,00	85,00	93,00	84,00	34,00	44,00	35,00	56,00
66,00	60,50	59,00	72,50	72,50	72,50	67,50	85,00	81,00	81,50	69,00	74,00	65,00	25,00	25,00	26,00	53,00
77,00	75,00	69,50	51,50	51,50	45,50	52,00	98,00	94,00	91,00	86,00	83,00	80,00	32,00	33,00	33,00	54,00
79,00	63,50	70,00	67,50	70,00	62,00	66,50	100,00	95,00	104,00	76,00	79,00	80,00	29,00	30,00	31,00	56,00
74,50	68,50	70,50	82,50	82,50	76,00	65,50	92,00	95,00	90,00	75,00	77,00	75,00	28,50	29,00	27,00	51,50
66,50	68,00	57,00	66,00	66,00	69,00	58,50	100,00	99,00	89,00	87,00	91,50	79,00	30,50	31,00	30,00	51,00
78,00	75,50	62,00	78,00	78,00	68,00	70,00	91,00	92,00	87,00	72,00	71,00	67,50	24,00	24,00	25,00	52,00
84,50	84,00		85,50	85,50	90,50		99,00	97,00		72,00	71,00		31,00	30,00		63,00
93,00	93,00	73,00	122,00	122,00	79,50	77,00	69,00	84,00	85,00	70,00	68,00	70,00	25,00	22,00		51,00
73,00	67,50	68,50	85,00	85,00	81,00	59,00	85,00	88,00	85,00	70,20	73,00	70,00	27,00	29,50	29,00	51,00
77,00	86,50	76,00	65,00	65,00	70,00	64,00	107,50	104,00	100,00	86,20	84,50	82,00	36,00	36,50	32,00	61,00
78,00	59,50	62,50	59,50	59,50	80,50	64,00	102,00	101,50	92,50	88,00	86,00	83,00	34,00	29,50	29,50	60,00
72,00	68,00	54,00	75,50	75,50	60,00	73,50	99,00	103,00	103,00	81,00	78,00	88,00	33,00	31,00	32,00	62,00
73,50	69,50	62,00	83,00	83,00	76,00	63,00	95,00	94,00	94,00	73,00	76,00	72,00	25,00	26,00	26,00	56,00
73,00	64,50	78,00	92,00	92,00	92,00	66,00	90,00	90,00	94,00	66,00	65,00	72,00	25,00	23,70		54,00
64,00	61,00	72,50	59,50	59,50	57,00	54,00	113,00	110,00	108,00	110,00	109,00	99,50	40,00	35,00	35,00	62,00
80,50	66,00		112,50	112,50	89,00		109,00	105,00		88,00	95,00		30,00	33,00		51,00
80,00	72,50	66,00	82,50	82,50	65,50	64,50	91,00	91,00	88,00	74,00	75,00	72,00	28,00	29,00	29,00	52,00
103,00	76,00	91,50	102,00	102,00	74,50	81,50	107,00	104,00	104,00	97,00	94,00	92,00	34,00	31,00	30,00	59,00
74,00	60,00	67,00	72,00	72,00	59,50	71,50	94,00	58,00	90,00	74,00	76,50	72,00	30,00	30,00	29,00	48,00
85,50	71,50	66,00	95,50	95,50	86,50	82,00	87,00	91,00	89,00	64,00	67,00	64,00	24,00	23,00	22,00	50,00
84,00	67,00	61,00	102,50	102,50	82,50	95,50	88,00	88,00	87,00	66,00	66,00	63,00	24,00	24,00	23,00	50,00
82,50	70,50	62,00	79,00	79,00	80,50	69,50	96,00	92,00	94,00	75,00	78,00	76,00	28,00	29,00	29,00	50,00
82,50	66,00	68,00	92,50	92,50	65,00	62,00	86,00	85,00	85,00	73,00	70,00	72,00	27,00	26,00	27,00	48,00
87,50	80,00	69,50	91,50	91,50	81,00	94,00	99,00	96,00	89,00	77,00	79,00	80,00	25,00	27,00	26,00	52,00
73,50	90,00	61,50	90,00	90,00	75,00	76,50	109,00	109,00	101,00	76,00	75,00	77,00	25,10	27,00	27,00	57,00
75,50	68,00	70,00	68,50	68,50	64,00	65,50	92,00	100,00	90,00	74,00	72,50	78,00	25,50	26,00	26,00	49,50
73,50	65,00	73,50	91,00	91,00	90,50	89,50	55,00	95,00		72,00			25,00	25,00		45,00
68,50	60,50	62,00	61,50	61,50	71,50	76,50	103,00	97,00	102,00	77,00	80,00	77,50	24,00	23,00	26,00	47,00

Circ_Coxa_Washout	Circ_Coxa_Pos	Percentual_Gordura_Pre	Percentual_Gordura_Washout	Percentual_Gordura_Pos	Flex_Abd_Ombro_Dir_Pre	Flex_Abd_Ombro_Dir_Washout	Flex_Abd_Ombro_Dir_Pos
34,00	58,00	0,19	0,19	0,11	162,00	180,00	155,00
55,00	54,00	0,07	0,16	0,24	180,00	180,00	160,00
54,00	46,00	0,27	0,13	0,12	180,00	180,00	180,00
60,00	62,00	0,22	0,29	0,34	180,00	174,00	180,00
57,00	50,00	0,28	0,26	0,22	138,00		160,00
53,50	48,00	0,35	0,33	0,39	155,00		172,00
44,00	49,50	0,25	0,22	0,31	180,00	180,00	180,00
54,00		0,24	0,29		162,00	180,00	
47,00		0,32	0,22		170,00	180,00	
50,00	44,00	0,08	0,08	0,07	173,00	180,00	169,00
60,00	57,00	0,26	0,35	0,33	149,00	180,00	180,00
54,50	55,00	0,14	0,17	0,18	180,00	180,00	180,00
54,00	60,00	0,24	0,34	0,27	180,00	180,00	180,00
57,00	54,00	0,16	0,22	0,35	172,00	175,00	180,00
46,00		0,20	0,22		149,00	180,00	
59,00	63,00	0,22	0,18	0,34	180,00	180,00	180,00
67,00		0,33	0,14		180,00	180,00	
50,00	42,00	0,08	0,16	0,11	180,00	180,00	170,00
60,00	45,00	0,28	0,18	0,35	165,00	150,00	180,00
45,00	45,00	0,07	0,12	0,11	180,00	180,00	172,00
44,00	43,00	0,23	0,24	0,14	180,00	180,00	178,00
42,00	42,00	0,26	0,24	0,15	180,00	180,00	180,00
49,00	47,00	0,07	0,06	0,06	180,00	178,00	180,00
49,00	45,00	0,12	0,09	0,05	180,00	180,00	180,00
55,00	53,00	0,24	0,33	0,28	180,00	180,00	180,00
59,50	55,00	0,28	0,33	0,39	180,00	160,00	166,00
48,00	47,00	0,34	0,26	0,24	140,00	180,00	180,00
50,00		0,28	0,30		180,00	180,00	
47,00	51,00	0,31	0,21	0,31	180,00	180,00	180,00

Flex_Flexao_Cotovelo_Dir_Pre	Flex_Flexao_Cotovelo_Dir_Washout	Flex_Flexao_Cotovelo_Dir_Pos	Flex_Flexao_Quadril_Dir_Pre	Flex_Flexao_Quadril_Dir_Washout	Flex_Flexao_Quadril_Dir_Pos	Flex_Abd_Quadril_Dir_Pre	Flex_Abd_Quadril_Dir_Washout	Flex_Abd_Quadril_Dir_Pos
55,00	50,00	42,00	105,00	85,00	105,00	121,00	115,00	109,00
30,00	35,00	49,00	90,00	86,00	90,00	121,00	105,00	109,00
32,00	45,00	35,00	91,00	71,00	79,00	121,00	92,00	95,00
32,00	24,00	39,00	81,00	54,00	99,00	100,00	107,00	98,00
34,00		31,00	81,00		90,00	77,00		118,00
41,00		50,00	93,00		102,00	84,00		115,00
25,00	35,00	35,00	84,00	91,00	86,00	110,00	110,00	95,00
32,00	40,00		90,00	85,00		90,00	79,00	
28,00	32,00		93,00	87,00		105,00	99,00	
45,00	32,00	95,00	72,00	88,00	64,00	58,00	120,00	70,00
		37,00		74,00	88,00	150,00	105,00	121,00
39,00	35,00	45,00	85,00	89,00	74,00	110,00	150,00	153,00
30,00	33,00	35,00	91,00	83,00	76,00	128,00	120,00	116,00
22,00	14,00	30,00	85,00	73,00	70,00	120,00	114,00	120,00
38,00	38,00		79,00	70,00		125,00	110,00	
28,00	41,00	46,00	93,00	70,00	65,00	100,00	100,00	100,00
37,00	23,00		73,00	64,00	80,00	113,00	120,00	118,00
31,00	39,00	35,00	88,00	86,00	73,00	120,00	108,00	132,00
49,00	38,00	36,00	83,00	68,00	77,00	125,00	121,00	130,00
47,00	40,00	34,00	80,00	80,00	95,00	135,00	125,00	137,00
25,00	30,00	26,00	90,00	71,00	65,00	110,00	80,00	134,00
25,00	32,00	26,00	59,00	55,00	82,00	140,00	116,00	120,00
30,00	30,00	33,00	108,00	109,00	83,00	120,00	110,00	135,00
39,00	30,00	35,00	105,00	85,00	84,00	108,00	112,00	92,00
36,00	32,00	35,00	95,00	92,00	59,00	75,00	105,00	80,00
41,00	34,00	34,00	70,00	72,00		108,00		
35,00	32,00		70,00					
29,00	38,00	35,00	71,00	67,00	69,00	116,00	110,00	111,00

Flex_Flexao_Quadril_Esq_Pre	Flex_Flexao_Quadril_Esq_Washout	Flex_Flexao_Quadril_Esq_Pos	Flex_Abd_Quadril_Esq_Pre	Flex_Abd_Quadril_Esq_Washout	Flex_Abd_Quadril_Esq_Pos	Flex_Flexao_Joelho_Esq_Pre	Flex_Flexao_Joelho_Esq_Washout	Flex_Flexao_Joelho_Esq_Pos
100,00	93,00	99,00	128,00	106,00	103,00	80,00	66,00	59,00
90,00	82,00	90,00	115,00	104,00	95,00	55,00	42,00	60,00
75,00	70,00	72,00	95,00	90,00	92,00	69,00	51,00	46,00
89,00	75,00	82,00	97,00	106,00	98,00	65,00	56,00	57,00
69,00		90,00	84,00		125,00	56,00		60,00
79,00		103,00	87,00		110,00	86,00		92,00
82,00	85,00	69,00	115,00	108,00	113,00	67,00	55,00	64,00
91,00	79,00		80,00	80,00		91,00	69,00	
100,00	86,00		121,00	105,00	43,00	43,00	40,00	
72,00	65,00	58,00	81,00	111,00	86,00	66,00	60,00	58,00
	75,00	85,00	82,00	120,00	130,00	90,00	69,00	35,00
85,00	82,00	74,00	132,00	140,00	145,00	80,00	85,00	85,00
92,00	84,00	71,00	115,00	116,00	97,00	80,00	65,00	50,00
82,00	73,00	80,00	118,00	105,00	110,00	59,00	65,00	69,00
71,00	65,00		117,00	88,00		60,00	37,00	
90,00	61,00	62,00	125,00	93,00	99,00	82,00	62,00	58,00
71,00	73,00		110,00	115,00		63,00	58,00	
75,00	69,00	80,00	112,00	102,00	110,00	52,00	48,00	65,00
67,00	85,00	72,00	63,00	140,00	126,00	88,00	75,00	63,00
60,00	59,00	70,00	119,00	113,00	133,00	70,00	67,00	53,00
82,00	69,00	73,00	121,00	122,00	145,00	58,00	54,00	63,00
58,00	52,00	68,00	95,00	80,00	132,00	60,00	51,00	60,00
93,00	100,00	89,00	150,00	132,00	112,00	70,00	52,00	49,00
90,00	74,00	82,00	131,00	110,00	108,00	69,00	53,00	38,00
102,00	91,00	85,00	109,00	101,00	135,00	72,00	64,00	60,00
92,00	80,00	83,00	126,00	120,00	97,00	92,00	85,00	56,00
65,00	82,00	62,00	72,00	105,00	90,00	76,00	55,00	52,00
76,00	65,00		90,00	107,00		60,00	52,00	
74,00	65,00	81,00	115,00	102,00	102,00	46,00	46,00	48,00

RM_Supino_Pre	RM_Supino_Washout	RM_Supino_Pos	RM_Leg_Press_Pre	RM_Leg_Press_Washout	RM_Leg_Press_Pos	EScore_BDI_Pre	EScore_BDI_Washout	EScore_BDI_Pos
68,00	72,00	75,40	180,00	219,18	169,00	16,00	12,00	17,00
23,00	27,00	27,00	90,00	135,00	135,00	12,00	17,00	11,00
77,00	77,00	86,00	264,95	264,95	328,34	12,00	6,00	5,00
27,00	27,00	32,00	117,00	162,00	219,18	16,00	16,00	19,00
32,00	32,00	27,00	117,00	130,50	126,00	4,00	4,00	4,00
41,00	36,00	36,00	180,00	144,00	180,00	10,00	5,00	6,00
27,00	27,00	28,10	63,00	81,00	85,50	18,00	1,00	1,00
18,00	23,00		63,00	99,00		10,00	11,00	5,00
18,00	18,00		81,00	90,00		8,00	5,00	2,00
54,00	54,00	63,00	182,30	171,00	171,00	12,00	8,00	10,00
59,00	59,00	54,00	264,95	264,95	328,34	30,00	11,00	15,00
68,00	63,00		264,95	328,34		6,00	8,00	8,00
27,00	32,00	27,00	99,00	105,80	144,00	18,00	12,00	17,00
23,00	27,00	23,00	108,00	126,00	264,95	7,00	7,00	8,00
32,00	27,00		126,00	123,80		6,00	3,00	4,00
63,00	59,00	59,00	186,80	219,18	186,80	11,00	7,00	6,00
23,00	27,00		81,00	99,00		33,00	5,00	15,00
50,00	45,00	50,00	90,00	135,00	144,00	12,00	4,00	0,00
36,00	36,00	36,00	144,00	117,00	135,00	27,00	23,00	13,00
62,00	56,00	54,00	135,00	140,00	135,00	4,00	2,00	3,00
14,00	25,30	23,00	72,00	94,50	126,00	9,00	7,00	7,00
23,00	25,30	23,00	54,00	128,30	162,00	9,00	13,00	19,00
50,00	54,00	54,00	90,00	328,34	328,34	15,00	14,00	16,00
36,00	41,00	41,00	99,00	117,00	186,80	10,00	6,00	3,00
36,00	29,50	27,00	180,00	135,00	192,14	18,00	9,00	2,00
27,00	27,00	27,00	135,00	108,00	144,00	18,00	11,00	6,00
28,00	26,40	23,00	99,00	123,80	126,00	21,00	24,00	13,00
23,00	23,00		77,00	67,50		18,00	16,00	10,00
21,50	18,00	20,30	68,00	90,00	96,80	7,00	4,00	2,00

Escore_BAI_Pre	Escore_BAI_Washout	Escore_BAI_Pos	Escore_IAPES_Pre	Escore_IAPES_Washout	Escore_IAPES_Pos	Escore_MAIA_Pre	Escore_MAIA_Washout	Escore_MAIA_Pos
23,00	41,00	12,00	0,78	0,88	0,81	2,88	3,41	2,83
11,00	12,00	10,00	0,85	0,88	0,81	2,88	2,29	2,21
17,00	14,00	8,00	0,85	0,69	0,85	3,00	3,16	3,30
31,00	25,00	26,00	0,78	0,91	0,85	2,20	1,98	1,96
6,00	4,00	5,00	0,78	0,94	0,81	2,92	2,65	2,80
7,00	5,00	4,00	0,78	0,76	0,94	2,30	2,69	2,46
12,00	5,00	11,00	0,91	0,75	0,78	1,49	2,44	2,99
32,00	14,00	13,00	0,88	0,91	0,94	2,72	2,31	1,81
10,00	10,00	8,00	0,91	0,81	0,91	3,31	3,34	3,29
11,00	6,00	6,00	0,75	0,94	0,91	3,40	3,22	3,44
42,00	27,00	17,00	0,91	0,94	0,85	2,77	2,54	2,39
5,00	7,00	6,00	0,97	0,75	0,75	2,05	1,67	2,43
30,00	19,00	17,00	0,91	0,85	0,85	3,14	2,40	2,87
17,00	16,00	10,00	0,91	0,85	0,91	3,24	2,96	3,17
16,00	25,00	14,00	0,88	0,91	0,88	2,87	2,97	2,74
10,00	1,00	3,00	0,91	0,81	0,91	3,00	3,02	3,40
29,00	4,00	10,00	0,85	0,81	0,85	2,99	2,48	2,03
17,00	38,00	27,00	0,88	0,75	0,88	2,32	1,59	2,04
36,00	21,00	22,00	0,81	0,88	0,81	3,05	3,37	3,09
24,00	1,00	11,00	0,91	0,81	0,85	2,73	2,97	3,02
10,00	12,00	12,00	0,94	0,94	0,91	2,66	2,87	2,56
14,00	14,00	16,00	0,97	0,88	0,97	3,23	2,76	2,63
9,00	6,00	5,00	0,54	0,75	0,72	2,88	3,73	3,72
6,00	7,00	4,00	0,94	0,91	0,97	3,13	3,37	3,85
24,00	26,00	23,00	0,85	0,79	0,97	2,05	1,97	2,37
33,00	16,00	7,00	0,88	0,91	0,88	2,68	3,09	3,37
43,00	47,00	39,00	0,94	0,88	0,85	1,83	1,07	1,61
15,00	8,00	9,00	0,75	0,88	0,94	2,98	2,89	3,25
25,00	7,00	6,00	0,94	0,81	0,94	2,47	2,49	2,15

Iacc_HCT	Pre	Iacc_HCT_Washout	Iacc_HCT_Pos	Sen_HCT_Pre	Sen_HCT_Washout	Sen_HCT_Pos	Slope_Supino	Slope_Leg_Press
0,69		0,49	0,83	3,00	2,67	3,33	2,69	3,09
0,05		0,57	0,01	1,33	2,33	1,33	1,09	3,41
0,63		0,99	0,96	3,00	3,00	3,33	0,90	6,30
0,55		0,65	0,31	3,00	2,67	1,67	0,94	4,40
0,78		0,81	0,93	2,00	2,00	2,00	0,43	2,57
0,44		0,40	0,40	2,33	1,67	1,00	1,11	2,10
0,00		0,63	0,31	1,00	2,00	1,67	0,21	4,20
0,02		0,08		1,33	1,67		0,32	3,21
0,56		0,86		1,67	1,00		0,40	1,70
0,59		0,89	0,39	2,33	3,00	2,67	1,12	7,12
0,71		0,88	0,68	2,67	3,33	2,67	-5,20	0,31
0,85		0,35	0,97	3,00	2,33	2,33	0,10	8,37
0,30		0,56	0,50	2,33	2,00	2,00	1,01	-0,25
0,78		0,83	0,91	1,67	2,67	2,67	0,67	2,63
0,51		0,62		2,67	3,33		0,82	1,73
0,94		0,79	0,41	3,33	3,33	2,67	-0,95	-6,90
0,33		0,74		3,67	3,00		0,79	4,45
0,03		0,30	0,44	1,33	1,33	1,00	0,35	5,43
0,30		0,89	0,92	2,33	3,67	4,00	1,35	5,65
0,46		0,92	0,82	2,33	3,00	3,00	0,16	3,96
0,51		0,86	0,68	2,00	2,67	2,00	0,25	2,07
0,86		0,90	0,88	2,67	2,67	2,33	0,14	2,99
0,51		0,42	0,37	2,00	3,00	2,00	0,54	10,36
0,02		0,61	0,85	1,33	2,00	2,33	0,81	6,42
0,39		0,32	0,43	2,00	2,00	2,00	0,33	3,81
0,47		0,70	0,70	3,00	2,00	2,33	0,55	5,18
0,16		0,56	0,75	1,67	2,67	3,00	0,43	0,32
0,38		0,41	0,24	2,33	2,00	1,67	0,14	0,29
0,26		0,74	0,41	3,33	4,00	2,33	0,61	4,02

ANEXO A – TCLE do artigo 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “**Validação e confiabilidade de medidas interoceptivas**”, que está sob a responsabilidade do pesquisador: Tony Meireles dos Santos, (81) 999389944, e-mail: tonynsantos@gmail.com. São parte integrante da equipe de pesquisa os assistentes: Bruna Milene da Silva Mesquita, (81)997668486, e-mail: brunamilene.1@hotmail.com; Catarina Fernanda Costa Xavier Monteiro de Souza, (81) 997642949, e-mail: catarinafernanda2000@gmail.com; e Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos, (81)997543930, e-mail: lucass_tjs@hotmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

- **Descrição da pesquisa:** A interocepção é a capacidade de perceber e interpretar sensações corporais internas, como a frequência cardíaca, a respiração etc. O motivo que leva a um aprofundamento da temática vem da necessidade de medir de maneira eficiente e precisa as medidas interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência), antes de uma aplicação prática, diminuindo assim o número de erros de interpretação do conceito de Percepção Subjetiva de Esforço, podendo facilitar e melhorar a aplicabilidade e precisão das variáveis interoceptivas (Frequência Cardíaca), na tentativa de validar um modelo de questionário de ancoragem interoceptiva. Além disso, as medidas reportadas nos testes terão análise de confiabilidade para formalizar uma pesquisa completa nos aspectos mais importantes da análise dos dados. O presente estudo trará uma potente contribuição para a psicologia do exercício proporcionando o uso de um instrumento validado e devidamente confiável em novos estudos sobre a interocepção. Portanto, este estudo tem como objetivo a validação de um Questionário de Ancoragem Interoceptiva (QAI) e será composto por quatro fases distintas.
- **Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa:** Caso aceite o convite de participação como público-alvo, algumas etapas e procedimentos serão realizados a distância de forma online e também presencial. O público-alvo terá que avaliar o conteúdo e critério do QAI (detalhado e explicado) que estará disponível em um formulário do ‘google forms’. A primeira fase (1) será de validação de conteúdo, composta por um júri expert, formado por cinco professores doutores em educação física. As seguintes fases (2), (3) e (4) da pesquisa, serão realizadas por um público-alvo (homens e mulheres acima de 18 anos de idade) com os seguintes feitos: (2) Validação de Conteúdo que caso aceitem, terão que avaliar um modelo de questionário que prediz competências (acurácia, sensibilidade e a consciência) interoceptivas, por meio de um formulário que irão realizar de forma individual e online. Os critérios avaliados serão clareza e compreensão, além disso não terá a atribuição de pesos para o instrumento; Na etapa (3) será feita a Confiabilidade das medidas de interocepção baseados na frequência cardíaca, através do teste *Heartbeat Tracking Task* (HTT) que significa “Tarefa de Rastreamento dos Batimentos Cardíacos” e consiste em ficar sentado numa cadeira tentando perceber e contar seus próprios batimentos cardíacos. Os participantes nesta fase da pesquisa caso aceitem participar, serão submetidos a duas visitas presenciais que acontecerá no complexo de Laboratórios PLIC do departamento de Educação Física da UFPE. Na primeira visita após leitura e assinatura deste documento, irão responder o QAI e realizarão o teste HTT, que avalia as competências interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência). Na segunda visita, será realizada uma segunda aplicação do teste HTT, não havendo necessidade de randomização; na última etapa da pesquisa, 4) Validade de Critério junto ao público-alvo, em que serão comparadas a respostas do QAI e das medidas do HTT obtidas na fase 3. Todos os dados coletados serão armazenados em computador/notebook do Departamento de Educação Física da UFPE sob responsabilidade do pesquisador principal. Vale salientar que os participantes poderão optar em participar de ambas ou apenas uma das etapas (2 e 3) desta pesquisa e participando automaticamente da 4 etapa.

RISCOS diretos para os voluntários: A segunda fase do estudo de validade do conteúdo será realizada em uma plataforma online, portanto, acreditamos que terá um baixo risco de constrangimento e/ou a objeção de alguma pergunta feita pelos questionários. Serão considerados desconfortos associados ao tempo de tela do sujeito ao responder e/ou avaliar ao questionário e também à conexão com a internet. Para assegurar e minimizar esses possíveis riscos e/ou desconfortos citados, o público-alvo tem a liberdade de não responder as questões que achar desconfortável e/ou constrangedora. Na terceira fase de confiabilidade, podem existir desconfortos associados à permanência do tempo sentado e fadiga mental associada à duração e concentração necessária para a realização dos testes. Entretanto, os riscos serão minimizados, pois os participantes estarão sendo monitorados por um profissional de saúde preparado para intervir em qualquer eventualidade, com toda estrutura e equipamentos do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco a disposição antes, durante e após os testes. Ainda quanto aos riscos na terceira fase da coleta de dados, é importante destacar a possibilidade de contaminação pelo coronavírus devido a pandemia da COVID-19. Contudo, todos estes riscos serão minimizados, já que os participantes e os pesquisadores utilizarão de forma obrigatória equipamentos de segurança (máscaras e viseiras) e materiais de higiene pessoal (álcool em gel e detergente). Será garantida a integridade dos documentos e sigilo quanto as

- respostas, assegurando a confidencialidade e a privacidade dos dados obtidos e assegurando também que qualquer dano provocado em decorrência desta pesquisa, será responsabilidade do pesquisador responsável.
- **BENEFÍCIOS direto para os voluntários:** Os achados dessa pesquisa possibilitarão os participantes a entender, melhorar, facilitar a aplicabilidade e precisão das variáveis interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência), podendo promover o avanço no nível de precisão e compreensão dos participantes sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE) e diminuir os possíveis erros de interpretação do conceito (PSE). Além disso, nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa através de questionários e estatísticas dos testes realizados ficarão armazenados em pastas de arquivo pessoal e computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no PPGEF-UFPE situado no endereço Av. Prof. Moraes Rego, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE - CEP: 50670-901, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Tony Meireles dos Santos
(Pesquisador Responsável)

Bruna Milene da Silva Mesquita
(Assistente de Pesquisa)

Catarina Fernanda Costa Xavier Monteiro de Souza
(Assistente de Pesquisa)

Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos
(Assistente de Pesquisa)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo _____ pesquisa “**Validação e confiabilidade de medidas interoceptivas**”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data _____
Assinatura do participante: _____

Impressão
digital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____	Nome: _____
Assinatura: _____	Assinatura: _____

ANEXO B – TCLE dos artigos 2 e 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “Efeitos da estimulação por áudios binaurais e de exercícios autosselcionados nas respostas interoceptivas e perceptuais de indivíduos com sintomas de depressão”, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos, com endereço na Rua rio claro, 37, CEP: 51230-310 - telefone: (81) 997543930, e-mail: lucas.rodriguessantos@ufpe.br, inclusive ligações a cobrar.

A presente pesquisa está sob a orientação de: Tony Meireles dos Santos, Telefone: (81) 999389944, e-mail: tony.meireles@ufpe.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** É possível que indivíduos com baixos níveis de competência interoceptiva (capacidade de perceber sinais internos do organismo) apresentem dificuldades de perceber e interpretar determinadas sensações (dor, temperatura, esforço) e emoções (humor). Portanto, com o intuito de complementar as abordagens mais tradicionais no tratamento dos sintomas de depressão, o objetivo da pesquisa é investigar o efeito dos áudios binaurais (sons com diferentes frequências para cada ouvido) e do exercício físico nas respostas interoceptivas, perceptuais (afeto, ativação, motivação e percepção subjetiva de esforço) e psicológicas de indivíduos com sintomas de depressão. A presente proposta trata do desenvolvimento de um estudo que acontecerá em duas fases e ambas serão realizadas nos laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco. Caso aceite voluntariamente participar da presente pesquisa, na primeira fase, você deverá responder alguns questionários de identificação e posteriormente realizar um teste cognitivo (concentração e atenção) com estágios de 18, 20 e 22 segundos, em conjunto com uma estimulação por áudios binaurais (5 minutos). A duração total da visita será de aproximadamente 40 minutos. Esta fase acontecerá com o total de uma visita presencial e individual ao laboratório. Será solicitado que você permaneça sentado durante o procedimento do teste cognitivo e tente manter sua atenção durante a realização do teste. A segunda fase da pesquisa consistirá em um programa de exercícios físicos complementados por estimulações de áudios binaurais. Caso aceite participar voluntariamente desta pesquisa, você será submetido a um total de 8 semanas de treinamento físico (caminhada, corrida, musculação e alongamentos), com frequência de três vezes na semana e aproximadamente 60 minutos por dia. Você será acompanhado integralmente por um profissional de educação física preparado para intervir em qualquer situação. Será solicitado que você use roupas confortáveis para a prática de exercícios e que mantenham uma frequência semanal de pelo menos duas vezes no programa de treinamento. Nas duas fases de pesquisa você será solicitado a fazer um teste para avaliação da atividade elétrica do seu cérebro. Este teste envolve a utilização de uma touca, que será colocada na sua cabeça e nela serão conectados fios para medir os sinais elétricos gerados pelo seu cérebro. Nas duas fases da pesquisa você também será solicitado a realizar um teste que envolve a contagem e medição dos seus batimentos cardíacos. Neste teste será colocado um aparelho no seu dedo médio para medir os seus batimentos cardíacos. Além disso, nas duas fases da pesquisa você será solicitado a receber uma estimulação sonora por meio de fones de ouvido individualizados. Os tempos de exposição aos sons serão de 5 minutos de duração.
- **RISCOS:** É possível que alguma forma de cansaço cognitivo aconteça devido à natureza dos testes, que exigem concentração e paciência. Contudo, os riscos serão minimizados através do constante monitoramento durante a execução das tarefas. Outro risco pode estar relacionado a algum tipo de constrangimento no momento de responder os questionários. Tais riscos serão minimizados pela prévia explicação dos procedimentos e você não será obrigado a responder nenhuma pergunta que não queira durante a pesquisa. Podem existir também riscos associados a prática dos exercícios físicos, que podem implicar em cansaço muscular e alteração moderada nas frequências cardíaca e respiratória. Contudo, estes riscos serão minimizados através de processos de estratificação e pela prescrição adequada dos exercícios feita por profissionais de educação física. Outro risco pode ser em relação à disseminação por COVID 19 nas visitas presenciais. Porém, serão adotados protocolos de higiene e segurança, como por exemplo uso de máscara e álcool em gel durante as visitas para minimizar os riscos de contaminação. A aplicação do EEG apesar de não invasiva e segura, pode representar riscos à saúde de alguns participantes, em especial daqueles com tendências a crises epiléticas e convulsões. Contudo, estes riscos serão minimizados através do processo de recrutamento e elegibilidade dos participantes. Em todos os momentos, você será monitorado por um profissional de saúde preparado para intervir em qualquer eventualidade, com toda estrutura e equipamentos do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco a disposição antes, durante e após os testes. Será garantida a integridade e o sigilo dos documentos, assegurando a confidencialidade e privacidade dos dados coletados.
- **BENEFÍCIOS diretos/indiretos** para os voluntários: Os benefícios para você serão contabilizados pela eventual melhora dos sintomas depressivos, bem como pela mudança do comportamento através de um estilo de vida mais ativo. Além disso, é possível que haja uma melhora na sua compreensão dos sinais internos corporais, contribuindo para uma percepção ampliada do que acontece internamente no seu organismo.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa através de respostas de escalas e questionários, testes e dos exercícios físicos realizados ficarão armazenados em pastas de arquivo pessoal e computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador, no PPGEF-UFPE situado no endereço Av. Prof. Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife-PE-CEP: 50670-901, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

(Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos)
Pesquisador Responsável

(Tony Meireles dos Santos)
Orientador

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “Efeitos da estimulação por áudios binaurais e de exercícios autosselecionados nas respostas interoceptivas e perceptuais de indivíduos com sintomas de depressão”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data _____

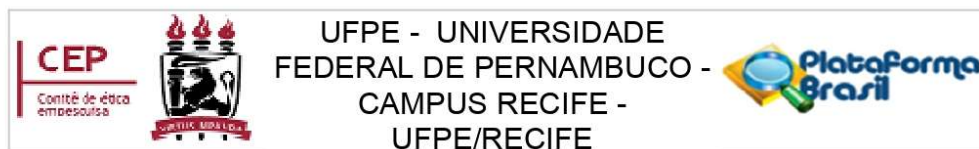
Assinatura do participante: _____

Impressão
digital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP do artigo 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VALIDAÇÃO E CONFIABILIDADE DE MEDIDAS INTEROCEPTIVAS

Pesquisador: Tony Meireles dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 42877121.4.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

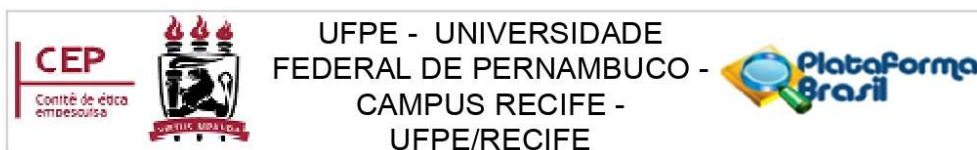
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.606.418

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa de Iniciação Científica do Curso de Bacharelado em Educação Física da UFPE, do professor Dr. Tony Meireles dos Santos e de assistentes da equipe Bruna Milene da Silva Mesquita, Catarina Fernanda Costa Xavier Monteiro de Souza e Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos. O estudo é do tipo metodológico, a ser realizado no complexo de Laboratórios PLIC do departamento de Educação Física da UFPE, em quatro fases distintas. Haverá dois grupos de participantes. O que participará da primeira etapa da pesquisa será o Júri expert, formado por cinco professores doutores da área de educação física; o segundo será o público-alvo- homens e mulheres com idade mínima de 18 anos- que participarão da segunda e da terceira fase do estudo. O recrutamento dos participantes se dará através de convites realizados dentro da UFPE e anúncios feitos em plataformas digitais de relacionamento. Quanto à coleta de dados, na primeira fase será feita a validação de conteúdo do Questionário de Ancoragem Interoceptiva (QAI), cujos participantes avaliarão cada item do questionário quanto a critérios de clareza, relevância e precisão, dentro de uma escala de Likert de 1 a 5 e atribuirão pesos matemáticos para cada item do QAI. Na segunda fase será realizada a validação de conteúdo do instrumento, com o público-alvo, cujos participantes avaliarão, de forma online, cada item do questionário a partir de sua clareza e compreensão dentro de uma escala de Likert de 1 a 5. Na terceira fase os participantes podem ser os da fase anterior (se desejarem) ou serem incluídos novos. Eles serão submetidos a duas visitas (presenciais), nas quais irão realizar os mesmos procedimentos com 24 horas de

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, nº SN - 3º andar norte, Bloco B, antiga coordenação do curso médico.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cephcurpe@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.606.418

intervalo entre elas. Além disso, será realizada a aplicação do QAI, seguindo dos dois testes: Heartbeat Tracking Task (HTT) e Heartbeat Discrimination Task (HDT), que são testes de autopercepção do batimento cardíaco e discriminação da pulsação, e avaliam as competências interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência). Na segunda visita, serão realizados novamente os dois testes HTT e HDT. A quarta fase compõe a validade de critério que será composta por um comparativo dos scores gerados pelo QAI e os testes HTT e HDT, que consistirá em identificar se o instrumento é capaz de prever as competências interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência) determinadas pelos testes de interocepção.

Objetivo da Pesquisa:

Geral:

Validar um modelo de predição das competências interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência).

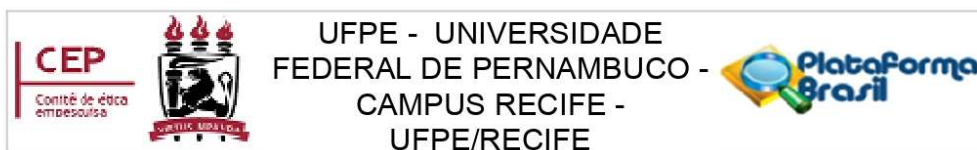
Específicos:

- Determinar a validade de conteúdo do QAI junto a um júri expert e a um público-alvo;
- Analisar a confiabilidade Intra-Avaliador das respostas reportadas pelos participantes durante os testes HTT e HDT;
- Verificar a validade de critério das medidas obtidas do QAI em relação aos testes HTT e HDT;
- Verificar se a ancoragem melhora o número de erros de interpretação do conceito de PSE.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos, pelo fato das tarefas serem realizadas numa plataforma online, os riscos são apontados como mínimos, possivelmente um baixo risco de constrangimento diante da forma de avaliação do instrumento e/ou a objeção de alguma pergunta feita pelos questionários. Cita como possibilidade desconfortos causados por problemas com a conexão com a internet e permanência do tempo sentado frente à tela ou cansaço pelo esforço mental e concentração. Para minimizar, aponta que o júri tem a liberdade de não responder alguma questão que acharem desconfortável e/ou constrangedora e que será garantida a integridade e sigilo dos documentos, assegurando a confidencialidade e privacidade dos dados obtidos. Quanto aos participantes do público-alvo, que estarão sendo monitorados por um profissional de saúde preparado para intervir em qualquer eventualidade, com toda estrutura e equipamentos do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFPE à disposição antes, durante e após os testes. O pesquisador descreve também os

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, nº SN - 3º andar norte, Bloco B, antiga coordenação do curso médico.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cephufpe@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.606.418

riscos e os cuidados na prevenção da COVID-19 na terceira fase, quando haverá coleta presencial com o público-alvo.

Quanto aos benefícios aos participantes do grupo Júri expert, apontam que serão contabilizados serão contabilizados pela participação de uma pesquisa com proposta facilitar e melhorar a aplicabilidade e precisão das variáveis interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência) validando um modelo de questionário de ancoragem interoceptiva. Quanto ao público-alvo, apontam que os achados possibilitarão aos participantes a melhora, facilitação da aplicabilidade e precisão das variáveis interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência), podendo promover o avanço no nível de precisão e compreensão dos participantes sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE) e diminuir os possíveis erros de interpretação do conceito (PSE). Garante tb a indenização em casos de danos decorrentes da participação na pesquisa, e informa que, se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa de PIBIC apresenta uma temática inovadora, apresenta coerência e coesão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Projeto detalhado; informações básicas da plataforma Brasil; currículos lattes do pesquisador, 2 alunas da graduação em Ed Física e aluno de doutorado; anuência do coordenador da Pós-graduação em Educação Física com carimbo e assinatura, responsável pelos laboratórios; folha de rosto assinada e carimbada pelo coordenador da Pós-graduação em Educação Física; termo de confidencialidade assinado pelo pesquisador principal; TCLE para maiores de 18 anos em 2 modelos, para júri e para público-alvo .

Recomendações:

Sem recomendações

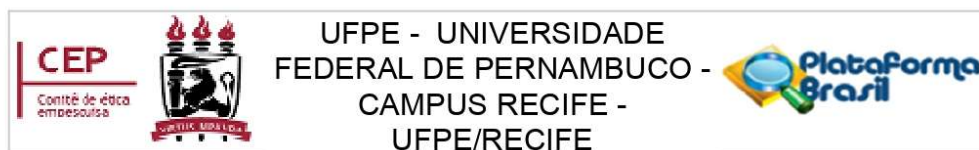
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, nº SN - 3º andar norte, Bloco B, antiga coordenação do curso médico.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cepchufpe@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.606.418

Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

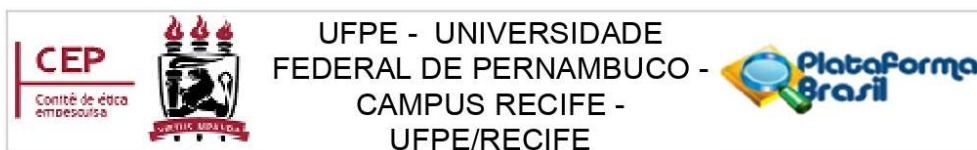
Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1698034.pdf	04/03/2021 16:31:44		Aceito
Outros	CartaResposta.pdf	04/03/2021 16:28:52	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Participantes.doc	04/03/2021 16:28:09	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_juri.doc	04/03/2021 16:27:54	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.docx	04/03/2021 16:27:40	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, nº SN - 3º andar norte, Bloco B, antiga coordenação do curso médico.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cep@ufpe@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.606.418

Outros	LattesTony.pdf	03/02/2021 16:43:03	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinada.pdf	03/02/2021 16:36:19	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	LattesLucas.pdf	03/02/2021 16:22:43	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	LattesCatarina.pdf	03/02/2021 16:22:22	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	LattesBruna.pdf	03/02/2021 16:22:03	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	TermoConfidencialidade.pdf	03/02/2021 15:45:09	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_Anuencia_DEF.pdf	03/02/2021 15:28:15	BRUNA MILENE DA SILVA MESQUITA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

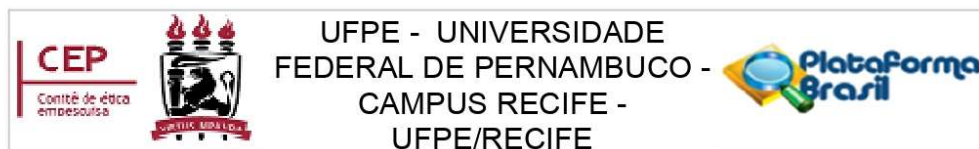
Não

RECIFE, 23 de Março de 2021

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, nº SN - 3º andar norte, Bloco B, antiga coordenação do curso médico.
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cephufpe@gmail.com

ANEXO D – Parecer consubstanciado do CEP dos artigos 2 e 3



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da estimulação por áudios binaurais e de exercícios autosselecionados nas respostas interoceptivas e perceptuais de indivíduos com sintomas de depressão

Pesquisador: Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 58687922.3.0000.5208

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.530.992

Apresentação do Projeto:

Reapresentação do projeto – Projeto de pesquisa de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Tony Meireles dos Santos

Doutorando: Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos

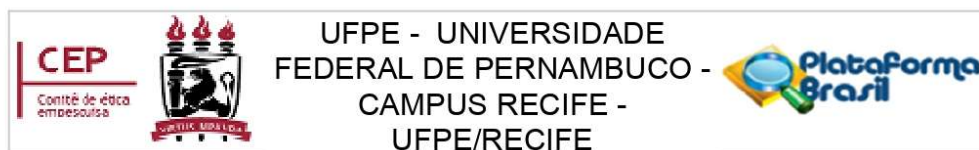
Título: EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO POR ÁUDIOS BINAURAIS E DE EXERCÍCIOS AUTOSSELECIONADOS NAS RESPOSTAS INTEROCEPTIVAS E PERCEPTUAIS DE INDIVÍDUOS COM SINTOMAS DE DEPRESSÃO

Local do estudo: O estudo será realizado no no complexo de Laboratórios PLIC do departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Desenho do estudo:

O estudo está composto por duas fases. A fase 1 se caracteriza por um estudo experimental agudo e a fase 2 por um ensaio clínico randomizado (crossover). Todas as fases seguirão as recomendações do Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT).

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

População-Alvo: Serão incluídos no estudo participantes, adultos (18 a 59 anos), de ambos os sexos, com sintomas de depressão e que não realizem algum tipo de terapia psicocognitiva para o tratamento de quadro depressivo. Serão 55 participantes na fase 1 e 28 participantes na fase 2 perfazendo uma amostra de 83 pessoas.

Procedimentos:

Fase 1: Objetivo - investigar o efeito dos áudios binaurais nas respostas interoceptivas e perceptuais de indivíduos com sintomas de depressão. Em único encontro com duração de 60 minutos serão realizados os seguintes testes:

Questionário para avaliação do estado de depressão: Hamilton Depression Ratings Scale (são 21 perguntas diretamente relacionadas à possíveis sinais e sintomas de quadro depressivos);

Avaliação da interocepção: Para determinar o nível de consciência interoceptiva será utilizado o Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA-2) que contém 37 itens relacionados à percepção de sensações internas emocionais e físicas;

Avaliação da competência interoceptiva em perceber o esforço físico: Questionário de Ancoragem Interoceptiva (QAI), que possui 22 itens referentes a atividades físicas cotidianas e exercícios físicos com o intuito de estimar o esforço realizado pelos respondentes.

O afeto será medido através da Feeling Scale, que consiste numa escala de 11 pontos;

A ativação será avaliada através da Felt Arousal Scale que possui seis pontos;

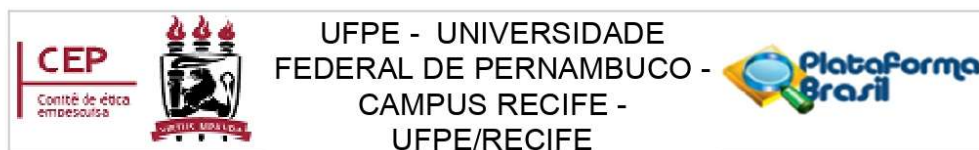
A percepção subjetiva de esforço (PSE) será medida através da escala CR10 de Borg que possui 16 pontos;

Para avaliação da motivação será aplicada a escala de motivação que contém 10 pontos.

Também serão coletados dados antropométricos e pessoais de cada participante: peso, altura, circunferências de cintura e quadril e análise da composição corporal realizada por meio do aparelho DEXA (DPX-L, Lunar Corp, Madison, WI, USA).

Aferição da atividade elétrica cortical através de eletroencefalografia (EEG), estimulação por áudios binaurais e mensuração da interocepção cardíaca pelo Heartbeat Tracking Task (HTT). A ordem de aplicação da bateria de testes será randomizada após uma geração automática de sequências numéricas por endereço eletrônico público (www.randomizer.org). Todos os participantes realizarão as mesmas intervenções, com os mesmos procedimentos e serão cegados quanto a aplicação dos áudios binaurais.

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

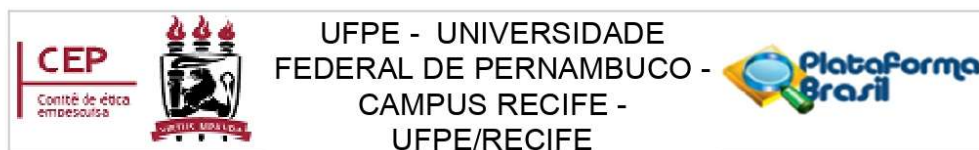
Sobre o HTT: O HTT mede capacidade individual de percepção da própria frequência cardíaca (interocepção cardíaca). Os participantes, serão orientados para permanecerem sentados na condição de repouso, e terão os batimentos cardíacos continuamente monitorados por meio de um oxímetro (Xpod 3012 LP, NONIN, EUA). O teste consistirá em sucessivos estágios de percepção/contagem dos batimentos cardíacos dentro de um período. Em cada estágio, o participante será solicitado a permanecer de olhos fechados e se concentrar nos sinais sonoros de indicação do início (Start) e final (Stop) das baterias (Larsson et al., 2021). Este sinal sonoro é produzido automaticamente por um software conectado ao oxímetro. A seguinte orientação padronizada será dada aos participantes: "Você deverá permanecer sentado e com os olhos fechados durante a realização do teste. Ao ouvir o sinal de 'Start' você deverá se concentrar em perceber e contar os seus batimentos cardíacos até ouvir o sinal de 'Stop'. Ao final de cada estágio você deverá reportar a quantidade de batimentos contadas naquele período e avaliar o nível de confiança na sua contagem. Não será permitido realizar nenhum tipo de medida da frequência cardíaca através do tato ou similar. É fundamental que você reporte exatamente aquilo que sentiu. Se não for possível perceber nenhuma batimento durante o estágio você deverá reportar zero na sua contagem". Na fase 1 do estudo cada bateria terá um total de três estágios com duração de 18, 20 e 22 segundos.

Sobre a Eletroencefalografia (EEG): Na fase 1 do estudo, a atividade elétrica cortical espontânea será monitorada continuamente durante a bateria de testes interoceptivos e de estimulação binaural. Durante toda a tarefa será usado um EEG com os eletrodos posicionados de acordo com as localizações do padrão internacional 10-20.

Sobre áudios binaurais: Serão utilizadas estimulações com cinco minutos de duração e uma frequência fundamental de aproximadamente 550 Hz. Desta forma, os seguintes tipos de frequência de modulação serão aplicados: a) Delta (1 Hz); b) Theta (5 Hz); c) Alpha (10 Hz); e d) Beta (20 Hz). Na fase 1 do estudo todas as frequências serão randomizadas para diminuir o efeito da ordem de aplicação.

Fase 2: Objetivo - Comparar a eficácia de modelos de exercícios autosselecionados combinados com a técnica de áudios binaurais na diminuição dos sinais e sintomas de depressão. Essa fase terá duração de 11 semanas, sendo 8 semanas de intervenção. Os procedimentos nesta fase são

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

os seguintes:

Na semana de pré-intervenção, em três dias diferentes, com intervalos de 48 h entre eles, os participantes passarão pelos procedimentos éticos (TCLE) e de caracterização da amostra com coletas de medidas antropométricas, dados pessoais;

HTT

EEG

Escalas, questionários e testes físicos.

Após verificação da elegibilidade, os participantes serão randomizados em dois grupos para a realização das intervenções (www.randomizer.org).

Durante quatro semanas um dos grupos realizará um programa de exercícios autosselcionados combinados com áudios binaurais, enquanto o outro grupo será alocado para realizar um programa de exercícios autosselcionados sem estimulação por áudios binaurais. A frequência de estimulação binaural será aquela que provocar maior variação média positiva nas respostas interoceptivas na Fase 1 da pesquisa. Após as quatro semanas iniciais, os participantes terão uma semana de washout e posteriormente será feito um cruzamento para alocá-los em grupos para realizar as intervenções opostas ao início da pesquisa, por mais quatro semanas. Ao final das oito semanas de intervenção, os participantes realizarão os mesmos procedimentos da semana pré-intervenção.

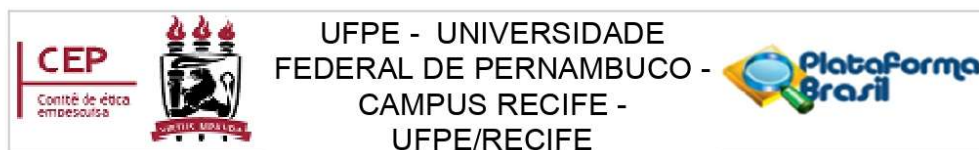
Na fase 2, o HTT terá 12 estágios com tempos de duração similares ao anterior e randomizados para cada participante.

Na fase 2, as medidas de EEG serão realizadas nos momentos pré, washout e pós-intervenção, seguindo um protocolo de monitoramento espontâneo mediante apresentação de vídeos aos participantes. Os participantes deverão estar sentados em uma sala silenciosa enquanto serão apresentados os vídeos (oito vídeos curtos, com duração total < 700 s) que contenham conteúdos positivos, disfóricos e neutros, em proposta adaptada de acordo com os procedimentos de Ding et al. (2019). A atividade elétrica cortical será monitorada continuamente através da potência absoluta de cinco frequências padrão: delta (1 – 4 Hz), theta (4 – 8 Hz), alpha (8 – 13 Hz), beta (13 – 30 Hz) e gama (30 – 44 Hz) (Ding et al., 2019). Durante toda a tarefa será usado um EEG com os eletrodos posicionados de acordo com as localizações do padrão internacional 10-20.

Na fase 2, para os áudios binaurais, será utilizada a frequência que provocar maior variação média positiva das respostas interoceptivas na fase 1.

Testes Físicos. Uma bateria de testes físicos será realizada nos momentos pré, washout e pós-

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

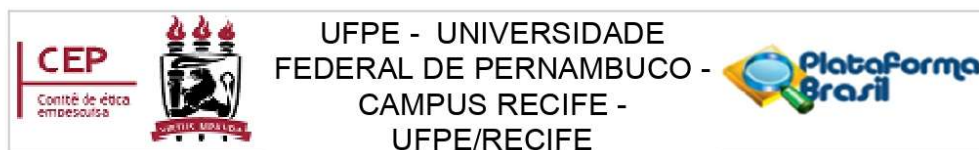
intervenção da fase 2 do estudo. Seguindo as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM) serão feitos testes para mensuração da potência aeróbia, força muscular e flexibilidade. Para estimar a potência aeróbia será realizado o teste de corrida/caminhada de Cooper, em que os participantes deverão percorrer a maior distância possível durante um período de 12 minutos. O consumo máximo de oxigênio será determinado pelas equações disponibilizadas pelo ACSM. Para estimar a força muscular serão feitos testes de repetição máxima (RM) para os seguintes movimentos: a) Supino reto (Peitoral e Tríceps); b) Puxada Supinada (Dorsais e Bíceps); e c) Agachamento na Hack (Membros inferiores e Glúteos). O teste de RM consiste em tentativas do participante de superar a maior carga possível naquele movimento executando ao menos uma repetição. Por fim, será utilizado o teste do banco de Wells para determinar o nível de flexibilidade dos participantes (ACSM et al., 2018). Em todos os testes, os participantes serão monitorados por um profissional de educação física preparado para monitorar e intervir caso haja alguma intercorrência. Além disso, serão monitoradas frequência cardíaca e variáveis subjetivas (Afeto e Esforço) durante os testes.

Sessões de Exercícios Autosselecionados (EA). As sessões de exercício serão constituídas por treinos aeróbios e neuromusculares (força e flexibilidade), com intensidade autosselecionada e volume total de aproximadamente 40 min. Os participantes serão supervisionados nos programas de treinamento e poderão repetir no máximo duas vezes a mesma modalidade na semana. Cada sessão terá as seguintes etapas: a) 5 minutos de estimulação binaural (apenas para o grupo alocado); b) 10 minutos de aquecimento; e c) 40 minutos de treinamento. Os exercícios aeróbios se referem a atividades de caminhada ou corrida, realizadas em intensidade autosselecionada, em que serão medidas as variáveis perceptuais e a distância percorrida na sessão. Os treinamentos neuromusculares serão constituídos por atividades de força e flexibilidade dos membros inferiores e superiores, com cargas autosselecionadas pelos participantes. A autosseleção da carga se dará por um processo guiado em que os participantes serão solicitados a realizar os exercícios em intensidades que os mantenha dentro de uma zona de sensações positivas de alta ativação (excitação, felicidade, prazer) e esforço físico suficiente para gerar aumento da frequência respiratória e cardíaca.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Investigar o efeito dos áudios binaurais e do exercício físico nas respostas interoceptivas (acurácia, sensibilidade e consciência), perceptuais (afeto, ativação, motivação e

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

percepção subjetiva de esforço) e psicológicas de indivíduos com sintomas de depressão.

Objetivos Específicos:

- a) Investigar o comportamento da atividade elétrica cortical e das respostas psicológicas antes e após as intervenções;
- b) Analisar a relação entre os níveis de depressão e de interocepção, antes e após realização das intervenções com áudios binaurais e exercícios autosselecionados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Reporta-se à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Riscos e Benefícios descritos adequadamente, assim como as formas de minimização, inclusive aquelas relacionadas à prevenção da Covid-19.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa relevante para disseminação de um modelo alternativo e auxiliar para o tratamento dos sintomas de depressão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos obrigatórios anexados

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

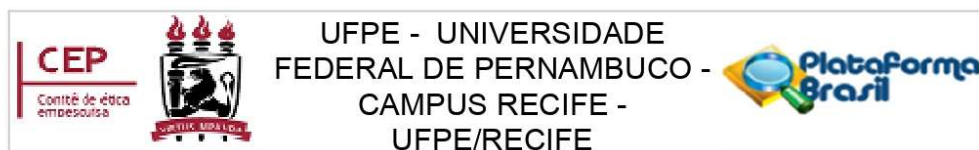
Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

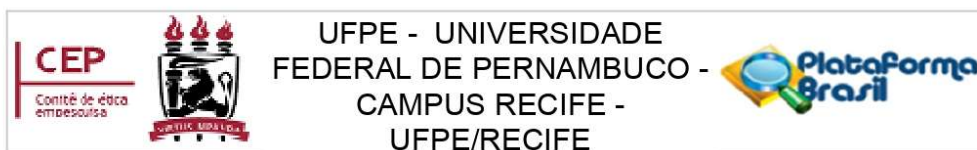
Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1941558.pdf	08/07/2022 15:59:37		Aceito
Outros	CartaResposta.pdf	08/07/2022 15:58:33	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMaiores18.doc	08/07/2022 15:58:04	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.docx	08/07/2022 15:57:51	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	DeclaracaoVinculo.pdf	12/05/2022 10:37:37	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	LattesTony.pdf	12/05/2022 10:36:39	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	LattesLucas.pdf	12/05/2022 10:35:58	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Outros	TermoConfidencialidade.pdf	12/05/2022	Lucas Eduardo	Aceito

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.530.992

Outros	TermoConfidencialidade.pdf	10:35:23	Rodrigues dos Santos	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaAnuencia.pdf	12/05/2022 10:34:48	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	12/05/2022 10:32:13	Lucas Eduardo Rodrigues dos Santos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 16 de Julho de 2022

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

ANEXO E – Artigo 1 publicado

Applied Psychophysiology and Biofeedback
<https://doi.org/10.1007/s10484-022-09574-y>



Reliability of the Heartbeat Tracking Task to Assess Interoception

Lucas Eduardo Rodrigues Santos¹ · Hassan Mohamed Elsangedy² ·
 Catarina Fernanda Costa Xavier Monteiro de Souza³ · Bruna Milene da Silva Mesquita³ · Cayque Brietzke^{4,5} ·
 Ítalo Vinícius⁴ · Daniel Carvalho Pereira² · Flávio Oliveira Pires⁴ · Tony Meireles Santos^{1,3}

Accepted: 3 December 2022

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2022

Abstract

Interoception refers to the competence in perceiving and interpreting internal sensations emerging from the body. The most common approach to assess interoception is through cardiac interoceptive tests like the heartbeat tracking task (HTT), which measures the accuracy on perceive and counting heartbeats during a period. However, the literature is scarce in providing adequate reliability evidence for this measure so that the interoception assessment may be threaten. In addition to HTT accuracy, it is possible to determine sensibility (self-reported confidence) and interoceptive awareness (correspondence between accuracy and sensibility). Thus, we measured the test–retest reliability of HTT and also investigated the behavior of HTT outcomes along the task. Therefore, 31 healthy adults (16 males) with 27.8 (9.4) years old performed two consecutive HTT interspersed by one day. Intraclass correlation coefficient (ICC), standard error of measurement (SEM) and minimal detectable difference (MD) analyzes showed 'Good' relative reliability for interoceptive accuracy (ICC = 0.880; SEM = 0.263; MD = 0.728; $p < 0.001$) and 'Moderate' for sensibility (ICC = 0.617; SEM = 0.648; MD = 1.797; $p < 0.001$) and awareness (ICC = 0.593; SEM = 0.227; MD = 0.628; $p < 0.001$). The absolute reliability shows low threshold values for observing true effects in HTT outcomes. The results also showed that reducing the number of HTT blocks did not impact the outcomes. The HTT showed to be reliable in determine the interoceptive competences in healthy adults.

Keywords Interoception · Cardioception · Counting tests · Heart rate

Introduction

Interoception can be defined as the competence perceiving and interpreting body-derived sensations such as heartbeats, pain and temperature (Quadt et al., 2018). Usually, these sensations are related to the activity of body signals arising

from the heart, lungs, thermoregulation, pain sensation and physical effort (Craig, 2002; Marcora, 2009). According to a conceptual framework developed by Garfinkel et al. (2015), interoception consists of three different dimensions e.g., accuracy, sensibility and awareness. In this regard, interoceptive accuracy (IAcc) is the objective representation of perceived internal sensations, while interoceptive sensibility (ISen) is the individual's subjective evaluation regarding confidence in one's own perception of bodily signals (Garfinkel et al., 2015). The metacognitive correspondence between IAcc and ISen is interoceptive awareness (IAwa), thus referring to how adequate conscious comprehension of what has been happening internally in the body is (Garfinkel et al., 2015).

The literature has shown that detecting and interpreting internal bodily signals may play a fundamental role in physical and mental health (Khalsa et al., 2018; Machado et al., 2019; Paolucci et al., 2017). In fact, variations in health conditions have been suggested to be involved in different profiles of perceiving and reporting signs and symptoms

✉ Tony Meireles Santos
tony.meireles@ufpe.br

¹ Grad Program in Neuropsychiatry and Behavioral Sciences, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil

² Physical Education Department, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brazil

³ Physical Education Department, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil

⁴ Exercise Psychophysiology Research Group, School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

⁵ Human Movement Science and Rehabilitation Program, Federal University of São Paulo, Santos, Brazil

(Murphy et al., 2017; Quadt et al., 2018) as well as behaviors (Critchley & Garfinkel, 2017). It is well established that different psychiatric disorders affect individuals interoceptive skills in specific ways (Khalsa et al., 2018). Therefore, psychological and/or emotional impaired individuals are affected by interoceptive mechanisms that can act minimizing or attenuating symptoms of disorders such as depression, anxiety, alexithymia, autism and panic, among others (Brewer et al., 2016; Dunn et al., 2010; Ehlers & Breuer, 1992; Pollatos et al., 2007a, 2007b; Schauder et al., 2015). In addition, interoceptive processing may be linked to fatigue mechanisms that arise from signals provided by physical exercise (McMorris, 2020). Given this, it seems relevant to investigate whether the measures used to assess interoceptive competences are in fact reliable in terms of maintaining stability and consistency over multiple trials.

Approaches to assess interoception have used cardiac responses (Brenner & Ring, 2016). For example, as originally suggested by Schandry (1981), the Heartbeat Tracking Task (HTT) indicates interoceptive competences through the mental counting of heartbeats during a given period of time. Despite slight changes such as number and duration of the blocks (Brenner & Ring, 2016; Garfinkel et al., 2015), HTT have been used as originally based on the proximity between measured and perceived heartbeats (Schandry, 1981). For example, individuals accurately counting the heartbeats are considered as having higher IAcc. In order to minimize the individuals' attempts to predict the counted heartbeats based on time, self-report measures were used for assessing counting confidence. This was incorporated into performance of the HTT through the use of scales or questionnaires to evaluate the individuals' confidence in relation to counting (Garfinkel et al., 2015; Porges, 1993). This confidence variable allows the determining both ISen and IAWa, providing a more robust interpretation of interoceptive competences.

The literature slightly criticizes HTT for its ability to reflect interoception as an overarching concept (Zamariola et al., 2018) and whether heartbeat counting is fully related to cardiac detection (Ring & Brenner, 2018). Despite the conceptual limitations of the HTT, it has been suggested that this test is capable of adequately determining interoceptive competences based on cardiac signals. Some studies have found the test to be reliable (Ehlers & Breuer, 1992; Ferentzi et al., 2018; Herbert et al., 2011; Larsson et al., 2021; Pollatos et al., 2007a, 2007b; Ring & Brenner, 2018; Stevens et al., 2011; Van der Does et al., 1997; Wittkamp et al., 2018). However, some of those previous studies had design flaws (e.g. inappropriate statistical and reliability procedures) that could threaten their conclusions.

Reliability refers to reproducibility of a test or a measure performed several times (Hopkins, 2000) between (e.g. inter-rater) and within (e.g. intra-rater) (e.g. test–retest) examiners (Koo & Li, 2016). In this regard, reliability analysis

is important to provide information about the error of the measurement and analysis power, thereby being essential to estimate sample size in scientific research studies, as well as parameters for interpreting measurements in clinical settings. Therefore, the aim of the current study was to determine the test–retest reliability of HTT. In addition, we observed the behavior of IAcc, ISen and IAWa along the blocks, given that different HTT variations (i.e. number and duration of the blocks) have been used in previous studies.

Methods

Participants

Thirty-one healthy adult males ($n = 16$) and females ($n = 15$) ranging from 20 to 53 yrs old voluntarily agreed to participate in this study after been invited through posts on social media (i.e. Instagram and Whatsapp). They were included if: (1) attended age range limit between 18 and 59 yrs; and (2) have no clinical diagnosis of neurological disorders that could impact the performance in HTT. Importantly, all participants completed research protocols so that no dropout was registered. This research was approved by the institutional Ethics Committee in Research with human beings under registration number 4.606.418 (National Health Council number 466/12), being conducted according to Helsinki declaration.

Study Design

This is a test–retest reliability study performed in two visits interspersed by 24 h between them. In the first visit, participants signed an informed consent form before assessment of body mass, height, level of physical activity, profession, illness history and heartbeat perception. Afterward, they completed the multidimensional assessment of interoceptive awareness (MAIA) (Mehling et al., 2012). In the first visit, participants were familiarized with HTT (3 to 5 blocks) before performing the full task with 60 blocks 5 min later. In the second visit, they repeated HTT as in prior visit. The characteristics of the study were reported following the recommendations of guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) (Kottner et al., 2011).

The sample size ($n = 29$) was estimated through the web calculator (https://wnarifin.github.io/ssc_web.html) provided by Arifin (2021). The sample size was estimated considering a design having two replicate observations, 80% statistical power and 95% statistical significance. The minimum acceptable reliability (p_0) was set at 0.76 while the expected reliability (p_1) at 0.91, as according to ratings by Koo and Li (2016) to ensure that the intraclass correlation coefficient (ICC) was rated as 'Good' and 'Excellent'.

It is important to emphasize that 'Moderate' ICC values (0.50–0.75) would not represent insufficient reliability. However, the range between 'Good' and 'Excellent' was used to ensure that even in the worst-case scenario, the desired ICC remains around the 'Good' rating.

Heartbeat Tracking Task (HTT)

Briefly, HTT assesses the individual's accuracy through measuring the difference between perceived and actual heartbeat (Garfinkel et al., 2015). The closer the count is to actual heartbeats, greater is the accuracy. Participants were seated in a comfortable position having the arms extended over a comfortable holding so that the oximeter (Nonim OEM, Xpod 3012LP, Minnesota, US) was placed on the right-hand middle finger. The participants performed the HTT as recommended by Larsson et al. (2021). The following instructions were given based on the aforementioned authors: "You should keep your eyes closed and try to perceive and silently count your heartbeat without manually or electronically checking your pulse. A software will give a 'Start' and 'Stop' signal so that you initiate and end your count. At the 'Stop' signal, you will be asked to report how many heartbeats you counted during that period, as well as self-report your confidence in the count".

To assess IAcc, the task was performed with 60 blocks of different durations. The blocks lasting 18 s ($n=6$), 20 s ($n=48$) and 22 s ($n=6$), and were randomly presented to participants, as suggested by Larsson et al. (2021). Participants were oriented to mentally estimate the heartbeat to assess the ISen, so that at the end of each block they reported their level of confidence in estimating the heartbeat (i.e. perceived heartbeat). They rated their ISen in a scale ranging from 1 to 4, having items corresponding to: (1) I did not sense my heartbeats; I am completely guessing about the number of beats; (2) I sensed something about my heart, but I had no idea what I was counting, and I have no confidence at all in my counting; (3) I sporadically or faintly picked up on my heartbeat; my counting is based on something, but it may be off by a small margin; and (4) I clearly sensed my heartbeat, and have full confidence in my count (Larsson et al., 2021). The IAWa was assessed through the correspondence between IAcc and ISen.

Statistical Analysis

A two-way mixed effects ICC analysis ($ICC_{3,1}$) assessed the relative reliability between of interoceptive measures such as accuracy, sensibility and awareness, being interpreted as 'Poor' (<0.5), 'Moderate' (>0.5 and <0.75),

'Good' (>0.75 and <0.9), and 'Excellent' (>0.9) Koo and Li (2016). The absolute reliability was calculated using the standard error of the measurement (SEM) and the minimal difference (MD) (Brietzke et al., 2021; Weir, 2005). Importantly, the SEM represents the minimal difference necessary to identify a true effect so that pre-to-post differences higher than the MD are interpreted as a real and clinical relevant change (Weir (2005).

The IAcc was calculated (Eq. 1) as proposed by Schandry (1981), while ISen was assessed as the participant's averaged in the confidence scale. The IAWa was assessed through a Pearson correlation coefficient between IAcc and ISen scores as suggested elsewhere (Garfinkel et al. (2015). A one-way repeated measures ANOVA verified whether the number of blocks of HTT interfered in the test performance, having HTT blocks grouped in three different moments such as 1–20, 21–40 and 41–60. The Bonferroni's correction was used in multiple comparisons if F-values were significant. Moreover, a paired t-test was performed to compare 1–30 versus 31–60 HTT blocks. The Bland–Altman analysis was performed to determine the data dispersion.

$$IAcc = 1 - \frac{\text{actual heartbeats} - \text{counted heartbeats}}{\text{actual heartbeats}} \quad (1)$$

where: IAcc—Interoceptive Accuracy, actual heartbeats—Real number of heartbeats, counted heartbeats—Reported number of heartbeats.

Results were expressed as mean, standard deviation (SD) and 95% of confidence interval ($CI_{95\%}$). All analyzes were performed using the SPSS software (v.23, IBM, New York, US) and the graphs were produced on GraphPad Prism (v.6, GraphPad Software, San Diego, US).

Results

Table 1 presents the participants' characteristics such as body mass, height, and MAIA scores. For example, 83.9% of them had already noticed changes in HR at some moment in their lives. The mean ($\pm$ SD) HR during the task was 74.5 (10.1) bpm for trial 1 and 77.0 (8.7) bpm for trial 2. In addition, the actual and counted heartbeats were respectively 24.8 (3.4) and 16.6 (5.3) beats for trial 1, and 25.7 (2.9) and 18.9 (6.2) for trial 2. Importantly, there were no significant differences when HTT was divided into three parts with 20 blocks in each ($F_{(1,820; 111)}=0.005$; $p=0.991$) or into two parts with 30 blocks ($t_{(61)}=0.436$; $p=0.664$), thus indicating that HTT did not promote changes in the behavior of IAcc, ISen and IAWa variables throughout the task.

Table 1 Personal characteristics of participants (n = 31)

Variables	Mean (SD)
Age (yrs)	27.8 (9.4)
Weight (kg)	71.1 (14.1)
Height (m)	1.68 (0.10)
Total physical activity frequency (d/week)	4.7 (1.2)
Total physical activity time (min/week)	70.6 (24.3)
MAIA Responses	
Noticing (a.u.)	3.7 (0.9)
Attention regulation (a.u.)	2.7 (1.0)
Overall (a.u.)	2.6 (0.5)

SD standard deviation, *MAIA* multidimensional assessment of interoceptive awareness, *a.u.* arbitrary units

Analysis of ICC revealed 'Good' relative reliability for IAcc (ICC = 0.880; $CI_{95\%}$ = 0.684; 0.949; $p < 0.001$), with values ranging from 'Moderate' to 'Excellent' relative reliability. In contrast, 'Moderate' reliability was observed in ISen (ICC = 0.617; $CI_{95\%}$ = 0.345; 0.794; $p < 0.001$) and IAwa indexes (ICC = 0.593; $CI_{95\%}$ = 0.310; 0.780; $p < 0.001$), having individual values ranging from 'Poor' to 'Good' reliability.

Absolute reliability analysis indicated that IAcc, ISen and IAwa variables showed a SEM of 0.263, 0.648 and 0.227, respectively, thereby indicating the threshold values for observing true effects in HTT outcomes. Furthermore, MD results indicated that true effects in pre-to-post HTT outcomes may be detected with changes from 0.728, 1.797 and 0.628 in IAcc, ISen and IAwa variables, respectively. Table 2 presents relative and absolute reliability values.

Bland–Altman analysis suggested no bias in IAcc, ISen and IAwa variables, given the roughly random data dispersion. Figure 1 depicts Bland–Altman results for IAcc, ISen and IAwa respectively.

Discussion

The aim of the current study was to determine the reliability and influence of the total number of blocks on HTT outcomes. Together with non-significant differences in HTT outcomes between trials, we observed moderate-to-good relative reliability in interoceptive competences such as IAcc, ISen and IAwa, thereby suggesting that HTT can yield stable and consistent responses. Furthermore, we showed that reducing the number of blocks in the task did not exert any impact on HTT outcomes.

A relative reliability index expressed as ICC may be considered adequate to reflect stability and consistency of repeated measures (Koo & Li, 2016). In fact, alternative relative reliability methods such as Pearson's correlation and split tests have concerns as errors due to small sample-derived bias and inappropriate divisions of single trials may impact interpretation of the results (Hopkins, 2000; Weir, 2005). In this regard, caution is necessary when interpreting results of previous studies assessing relative reliability in HTT outcomes through approaches such as Pearson's or Spearman's correlation coefficients (Ferentzi et al., 2018; Herbert et al., 2011; Larsson et al., 2021; Pollatos et al., 2007a, 2007b; Ring & Brener, 2018; Stevens et al., 2011; Van der Does et al., 1997), given that high and significant correlation coefficients do not necessarily indicate strong reliability but, rather, certain proportionality between trials.

According to Weir (2005), Pearson's correlation coefficient is not adequate for test–retest reliability as it cannot handle systematic errors derived from instrumentation and procedures. To the best of our knowledge, the study by Wittkamp et al. (2018) was the first to use ICC measurements to determine reliability of the HTT. The authors found lower reliability (ICC = 0.42; $CI_{95\%}$ = 0.27, 0.58) when compared to the current study (ICC = 0.880; $CI_{95\%}$ = 0.684, 0.949) for IAcc. The difference between the ICC values herein found in relation to the study by Wittkamp et al. (2018) can be explained by the fact that our study presents a design exclusively devoted to testing reliability of HTT. In addition, we highlight the use of a more

Table 2 Relative and absolute reliability of HTT

Variables	Mean (SD)		Relative values			Absolute value	
	Trial 1	Trial 2	ICC _(3,1) ($CI_{95\%}$)	p	Rating Koo and Li (2016)	SEM	MD
IAcc (a.u.)	0.67 (0.21)	0.73 (0.22)	0.880 (0.684; 0.949)	< 0.001	Good (M–E)	0.263	0.728
ISen (a.u.)	2.62 (0.58)	2.77 (0.51)	0.617 (0.345; 0.794)	< 0.001	Moderate (P–G)	0.648	1.797
IAwa (a.u.)	0.40 (0.25)	0.36 (0.26)	0.593 (0.310; 0.780)	< 0.001	Moderate (P–G)	0.227	0.628

HTT heartbeat tracking task, *IAcc* interoceptive accuracy, *ISen* interoceptive sensibility, *IAwa* interoceptive awareness, *SD* standard deviation, *ICC* intraclass correlation coefficient, $CI_{95\%}$ 95% confidence interval, *SEM* standard error of measurement, *MD* minimal difference, *a.u.* arbitrary units, *M* moderate, *E* excellent, *P* poor, *G* good

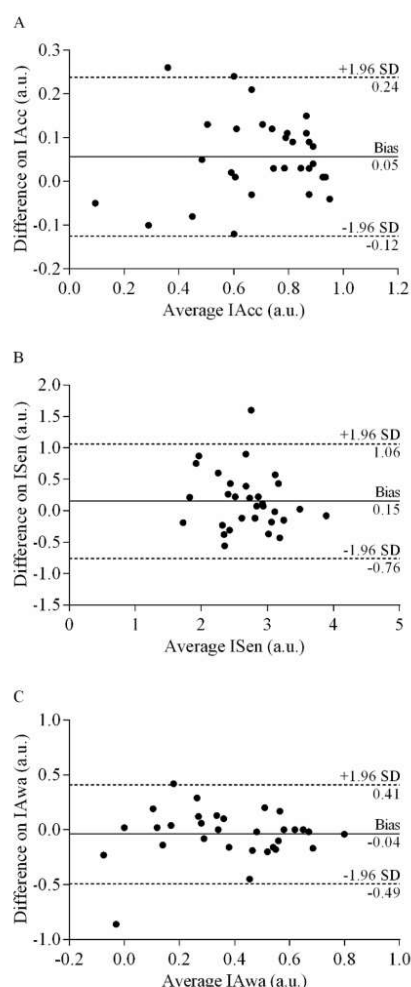


Fig. 1 Bland-Altman analysis of HTT outcomes. IAcc interoceptive accuracy, ISen interoceptive sensibility, IAwa interoceptive awareness, a.u. arbitrary units, SD standard deviation

robust protocol (e.g. with 60 blocks) and, in an original way, reliability measurement for sensibility and awareness measures. Using ICC results, we observed that interoception assessed through HTT accuracy showed good reliability, although sensibility and awareness were moderate.

It is worth highlighting that absolute reliability may act as a complement to relative reliability, as absolute measures can be more applicable than ICC because they reflect the measurement error while maintaining the assessed variables

as originally acquired (Weir, 2005). In our results, all participants presented SEM and MD for IAcc below than 0.263 and 0.728, respectively, thus representing an untrue change in HTT performance. As there were no values higher than the SEM and MD scores, a relevant absolute reliability between trials can be suggested. Moreover, the ISen results showed that 7 individuals presented SEM and MD scores above than 0.648 and 1.797 respectively, thus suggesting true changes on absolute reliability for this variable. Considering the IAwa element corresponding to IAcc and ISen changes, its values were impacted by the moderate stability and consistency shown by ISen. Therefore, HTT may be recommend to assess IAcc with certain level of confidence, although the ISen and IAwa variables may be less consistent. Future studies are required to investigate if SEM and MD thresholds can be used as cutoff points to separate individuals with low and high interoception, and if they remain similar in different populations (i.e. athletes, aged, sedentary, emotional impaired, psychiatric impaired).

Establishing cutoff points for the interoception level is a very common strategy, although it still lacks more substantial evidence. The way individuals are stratified, according to their level of perception of internal signals (e.g. good or bad perceivers), does not seem to have sufficient theoretical robustness, as different cutoff points were used in the literature (i.e. 0.4; 0.6; 0.65; 0.66; 0.69; 0.7; 0.8; 0.85; 0.86) to divide the sample into groups of low and high interoception (Filippetti & Tsakiris, 2017; Garfinkel et al., 2015; Herbert et al., 2012; Hill et al., 2017; Machado et al., 2019; Zama-riola et al., 2018). Another concern is regarding the equations used to determine the IAcc levels where, according to our observation, it was possible to identify four different formulas used in the studies (Chick et al., 2020; Garfinkel et al., 2015; Machado et al., 2019; Schandry, 1981). In the study by Rae et al. (2020) it was highlighted that using an alternative equation to the one proposed by Schandry (1981) seems to be more appropriated in cases where individuals overestimate the heartbeat count. However, no participant in the current study showed this pattern. Although these equations produce similar results, it is necessary to establish better defined criteria to determine IAcc, especially that consider the measurement error and not only the mean difference between the counted and actual heartbeats.

A relevant point to be highlighted from the results of the current study is that it does not seem necessary to carry out very extensive HTT protocols. Originally popularized with three blocks and durations of 25 s, 35 s and 45 s (Schandry, 1981), HTT has undergone changes over the years either with different total number of blocks (i.e. 4, 5, 6 and 60) or durations (i.e. 25 s; 30 s; 35 s; 40 s; 45 s; 50 s; 55 s) (Garfinkel et al., 2015; Herbert et al., 2012; Larsson et al., 2021; Ueno et al., 2020). Our results suggest that performing the test with 20 or 30 blocks does not result in

reduced performance. In the current study, some participants reported tiredness, somnolence, loss of concentration, loss of attention and mental fatigue during the HTT with 60 blocks. It is then suggested to perform HTT with fewer blocks to minimize possible effects of cognition loss due to sustained attention for an extended period of time.

From the applicability viewpoint, some aspects and limitations need to be considered. In the first place, it is questionable whether HTT measures reflect the concept of interoception in its entirety. It is possible that objective tests to determine IAcc, such as HTT, measure different aspects than those offered by subjective self-report measures (i.e. MAIA, Likert scales) or other types of tests (i.e. discrimination tasks, water load test, breathing learning task). This idea is supported by the study by Murphy et al. (2020), which shows that there is a distinction between estimates of interoceptive accuracy and attention. The authors also recommend that the relationship between objective and subjective interoception measures be established if the interoceptive aspects are the same.

The simple representation through the perception of cardiac signals can generate limited interpretations, as interoception is a capability that includes other aspects such as visceral, breathing, pain, thirst, hunger and several other sensations (Craig, 2002). The study by Zamariola et al. (2018) criticized the theoretical concept behind cardiac signal perception tests, suggesting that they are not capable of providing sensitive data regarding global interoception. However, a few studies (Herbert et al., 2012; Ketai et al., 2021; van Dyck et al., 2016) have investigated the relationship between the perception of cardiac signals and other internal signals (i.e. gastric and urinary). Other studies have also investigated the relevance of interoceptive signals on physical exercise (Hill et al., 2017; Kósa et al., 2021; Machado et al., 2019).

Secondly, as highlighted in previous studies (Brenner & Ring, 2016; Larsson et al., 2021), it is possible that factors such as the individual's overall intelligence, time perception capacity and prior knowledge of their heart rate may exert impacts on the HTT results. However, a well-organized protocol reduces the possibility of bias during performance of HTT, including the confidence scale used (Larsson et al., 2021), which predicts possible situations that may occur during the perception and counting of heartbeats. In the third place, the Bland–Altman analysis offers an observation of the data dispersion that corroborates the results of relative and absolute reliability, showing that the individuals remained in a concentration area with low inter-individual variation. Finally, it is possible that certain occurrences in the participants' lives (i.e. emotional stress, anxiety, poor sleep quality) as well as external environmental factors (i.e. noise, cold, heat) may impact performance during the HTT test. However, all the procedures used and the guidelines

given to the participants were intended to minimize these effects.

Conclusion

HTT outcomes were reliable in determining the interoceptive competences in healthy adults. While IAcc results showed stable (i.e. not changing within days) and consistent (i.e. not changing within hours) results in relative and absolute reliability analyses, ISen and IAWa showed lower reliability levels, thus requiring caution in their application.

Acknowledgements The authors are grateful for CAPES/Brazil, FACEPE/Brazil, FAPESP/Brazil and CNPq/Brazil for their support and scholarships.

Author contributions L.E.R.S and T.M.S wrote the main manuscript. All authors reviewed the manuscript.

Funding The authors declare that there is no financial or non-financial interest, as well as no funding related to this research.

Data Availability The datasets generated during and/or analyzed during the current study are not publicly available due to they are part of ongoing research but are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Arifin, W. N. (2021). *Sample size calculator (web)*. <http://wnarifin.github.io>
- Brenner, J., & Ring, C. (2016). Towards a psychophysics of interoceptive processes: the measurement of heartbeat detection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0015>
- Brewer, R., Cook, R., & Bird, G. (2016). Alexithymia: A general deficit of interoception. *Royal Society Open Science*, 3(10), 150664. <https://doi.org/10.1098/rsos.150664>
- Brietzke, C., Vinícius, I., Franco-Alvarenga, P. E., Canestri, R., Goethel, M. F., Santos, L. E., Viana, B., Santos, T. M., & Pires, F. O. (2021). Proof-of-concept and test-retest reliability study of psychological and physiological variables of the mental fatigue paradigm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189532>
- Chick, C. F., Rounds, J. D., Hill, A. B., & Anderson, A. K. (2020). My body, your emotions: Viscerosomatic modulation of facial expression discrimination. *Biological Psychology*, 149, 107779. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107779>
- Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 655–666. <https://doi.org/10.1038/nrn894>

- Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2017). Interoception and emotion. *Current Opinion in Psychology*, 17, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.04.020>
- Dunn, B. D., Stefanovitch, I., Evans, D., Oliver, C., Hawkins, A., & Dalgleish, T. (2010). Can you feel the beat? Interoceptive awareness is an interactive function of anxiety- and depression-specific symptom dimensions. *Behaviour Research and Therapy*, 48(11), 1133–1138. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2010.07.006>
- Ehlers, A., & Breuer, P. (1992). Increased cardiac awareness in panic disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 101(3), 371–382. <https://doi.org/10.1037//0021-843x.101.3.371>
- Ferentzi, E., Drew, R., Tihanyi, B. T., & Köteles, F. (2018). Interoceptive accuracy and body awareness—Temporal and longitudinal associations in a non-clinical sample. *Physiology & Behavior*, 184, 100–107.
- Filippetti, M. L., & Tsakiris, M. (2017). Heartfelt embodiment: Changes in body-ownership and self-identification produce distinct changes in interoceptive accuracy. *Cognition*, 159, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.11.002>
- Garfinkel, S. N., Seth, A. K., Barrett, A. B., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2015). Knowing your own heart: Distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. *Biological Psychology*, 104, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.11.004>
- Herbert, B. M., Herbert, C., & Pollatos, O. (2011). On the relationship between interoceptive awareness and alexithymia: Is interoceptive awareness related to emotional awareness? *Journal of Personality*, 79(5), 1149–1175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2011.00717.x>
- Herbert, B. M., Muth, E. R., Pollatos, O., & Herbert, C. (2012). Interoception across modalities: On the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. *PLoS ONE*, 7(5), e36646.
- Hill, A., Schücker, L., Hagemann, N., & Strauß, B. (2017). Further evidence for an external focus of attention in running: Looking at specific focus instructions and individual differences. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 39(5), 352–365. <https://doi.org/10.1123/jsep.2016-0272>
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine (auckland, N. Z.)*, 30(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>
- Ketai, L. H., Komesu, Y. M., Schrader, R. M., Rogers, R. G., Sapien, R. E., Dodd, A. B., & Mayer, A. R. (2021). Mind-body (hypnotherapy) treatment of women with urgency urinary incontinence: Changes in brain attentional networks. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 224(5), 498.e491–498.e410. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.10.041>
- Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., Feusner, J. D., Garfinkel, S. N., Lane, R. D., Mehling, W. E., Meuret, A. E., Nemeroff, C. B., Oppenheimer, S., Petzschner, F. H., Pollatos, O., Rhudy, J. L., Schramm, L. P., Simmons, W. K., Stein, M. B., ... Paulus, M. P. (2018). Interoception and mental health: A roadmap. *Biology Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3(6), 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.12.004>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kósa, L., Mikó, A., Ferentzi, E., Szabolcs, Z., Bogdány, T., Ihász, F., & Köteles, F. (2021). Body focus and cardioceptive accuracy are not associated with physical performance and perceived fatigue in a sample of individuals with regular physical activity. *Psychophysiology*, 58(9), e13880. <https://doi.org/10.1111/psyp.13880>
- Kottner, J., Audigé, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., Hróbjartsson, A., Roberts, C., Shoukri, M., & Streiner, D. L. (2011). Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *International Journal of Nursing Studies*, 48(6), 661–671.
- Larsson, D. E. O., Esposito, G., Critchley, H. D., Dienes, Z., & Garfinkel, S. N. (2021). Sensitivity to changes in rate of heartbeats as a measure of interoceptive ability. *Journal of Neurophysiology*, 126(5), 1799–1813. <https://doi.org/10.1152/jn.00059.2021>
- Machado, D., Farias Junior, L. F., Nascimento, P., Tavares, M. P. M., Anselmo da Silva, S. K., Agrícola, P. M. D., Nascimento Neto, L. I. D., Fonteles, A. I., Elsangedy, H. M., Li, L. M., & Okano, A. H. (2019). Can interoceptive accuracy influence maximal performance, physiological and perceptual responses to exercise? *Physiology & Behavior*, 204, 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.02.038>
- Marcora, S. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*, 106(6), 2060–2062. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.90378.2008>
- McMorris, T. (2020). Cognitive fatigue effects on physical performance: The role of interoception. *Sports Medicine (auckland, N. Z.)*, 50(10), 1703–1708. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01320-w>
- Mehling, W. E., Price, C., Daubenmier, J. J., Acree, M., Bartmess, E., & Stewart, A. (2012). The multidimensional assessment of interoceptive awareness (MAIA). *PLoS ONE*, 7(11), e48230.
- Murphy, J., Brewer, R., Catmur, C., & Bird, G. (2017). Interoception and psychopathology: A developmental neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 23, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.12.006>
- Murphy, J., Brewer, R., Plans, D., Khalsa, S. S., Catmur, C., & Bird, G. (2020). Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (hove)*, 73(1), 115–133. <https://doi.org/10.1177/1747021819879826>
- Paolucci, T., Zangrando, F., Iosa, M., De Angelis, S., Marzoli, C., Piccinini, G., & Saraceni, V. M. (2017). Improved interoceptive awareness in chronic low back pain: A comparison of Back school versus Feldenkrais method. *Disability and Rehabilitation*, 39(10), 994–1001. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1175035>
- Pollatos, O., Herbert, B. M., Kaufmann, C., Auer, D. P., & Schandry, R. (2007a). Interoceptive awareness, anxiety and cardiovascular reactivity to isometric exercise. *International Journal of Psychophysiology*, 65(2), 167–173. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.03.005>
- Pollatos, O., Traut-Mattausch, E., Schroeder, H., & Schandry, R. (2007b). Interoceptive awareness mediates the relationship between anxiety and the intensity of unpleasant feelings. *Journal of Anxiety Disorders*, 21(7), 931–943. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2006.12.004>
- Porges, S. (1993). *Body perception questionnaire*. University of Maryland.
- Quadt, L., Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2018). The neurobiology of interoception in health and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1428(1), 112–128. <https://doi.org/10.1111/nyas.13915>
- Rae, C. L., Ahmad, A., Larsson, D. E. O., Silva, M., Praag, C. D. G. V., Garfinkel, S. N., & Critchley, H. D. (2020). Impact of cardiac interoception cues and confidence on voluntary decisions to make or withhold action in an intentional inhibition task. *Scientific Reports*, 10(1), 4184. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60405-8>
- Ring, C., & Brener, J. (2018). Heartbeat counting is unrelated to heartbeat detection: A comparison of methods to quantify interoception. *Psychophysiology*, 55(9), e13084. <https://doi.org/10.1111/psyp.13084>

- Schandry, R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, 18(4), 483–488.
- Schauder, K. B., Mash, L. E., Bryant, L. K., & Cascio, C. J. (2015). Interoceptive ability and body awareness in autism spectrum disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 131, 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.11.002>
- Stevens, S., Gerlach, A. L., Cludius, B., Silkens, A., Craske, M. G., & Hermann, C. (2011). Heartbeat perception in social anxiety before and during speech anticipation. *Behaviour Research and Therapy*, 49(2), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2010.11.009>
- Ueno, D., Matsuoka, T., Kato, Y., Ayani, N., Maeda, S., Takeda, M., & Narumoto, J. (2020). Individual differences in interoceptive accuracy are correlated with salience network connectivity in older adults. *Front Aging Neuroscience*, 12, 592002. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.592002>
- Van der Does, A. J., Van Dyck, R., & Spinhoven, P. (1997). Accurate heartbeat perception in panic disorder: Fact and artefact. *Journal of Affective Disorders*, 43(2), 121–130. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(96\)01414-0](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(96)01414-0)
- van Dyck, Z., Vögele, C., Blechert, J., Lutz, A. P., Schulz, A., & Herbert, B. M. (2016). The water load test as a measure of gastric interoception: Development of a two-stage protocol and application to a healthy female population. *PLoS ONE*, 11(9), e0163574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163574>
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intra-class correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231–240. <https://doi.org/10.1519/15184.1>
- Wittkamp, M. F., Bertsch, K., Vögele, C., & Schulz, A. (2018). A latent state-trait analysis of interoceptive accuracy. *Psychophysiology*, 55(6), e13055. <https://doi.org/10.1111/psyp.13055>
- Zamariola, G., Maurage, P., Luminet, O., & Corneille, O. (2018). Interoceptive accuracy scores from the heartbeat counting task are problematic: Evidence from simple bivariate correlations. *Biological Psychology*, 137, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.06.006>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.