



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA



LUIZ OTAVIO DO CARMO

EFEITO DE QUATORZE SESSÕES DE TREINAMENTO COM *BIOFEEDBACK*
CARDIORRESPIRATÓRIO NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
EM IDOSOS

OURO PRETO

2024

LUIZ OTAVIO DO CARMO

EFEITO DE QUATORZE SESSÕES DE TREINAMENTO COM *BIOFEEDBACK*
CARDIORRESPIRATÓRIO NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
EM IDOSOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Educação
Física, da Escola de Educação Física da
Universidade Federal de Ouro Preto,
como requisito parcial para a obtenção
do título de Bacharel em Educação
Física

Orientadora: Profa. Dr^a. Perciliany
Martins de Souza

OURO PRETO

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C287e Carmo, Luiz Otavio do.

Efeito de quatorze sessões de treinamento com biofeedback cardiorrespiratório na variabilidade da frequência cardíaca em idosos. [manuscrito] / Luiz Otavio do Carmo. - 2024.

27 f.: il.: color., gráf., tab.. + Questionário.

Orientadora: Profa. Dra. Perciliany Martins De Souza.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .

1. Biofeedback-Treinamento. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Treinamento. 4. Idosos. 5. Exercício físico. I. Souza, Perciliany Martins De. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 612.67:796

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



FOLHA DE APROVAÇÃO

Luiz Otavio do Carmo

Efeito de quatorze sessões de treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório na variabilidade da frequência cardíaca em idosos.

Monografia apresentada ao Curso de bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Educação Física

Aprovada em 25 de setembro de 2024

Membros da banca

Dra. Perciliany Martins de Souza - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Msc - Kenzawin Adliz Pereira - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. - Emerson Cruz de Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto

Perciliany Martins de Souza, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Kelson Mauro de Castro Pinto, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/10/2024, às 19:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0793450** e o código CRC **AFBB06C4**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã, que também sentem as minhas dores e compartilham minha felicidade, e que acreditam em mim e não medem esforços para ver meu sucesso.

Ao Studio Leandro Silva, por me dar oportunidade de aprender e ensinar, com seriedade e respeito pela saúde das pessoas.

Aos que me ajudaram quando eu não esperava e mais precisava.

“Talvez eu venha a envelhecer rápido demais, mas lutarei para que cada dia tenha valido a pena.”

Aristóteles Onassis

RESUMO

O envelhecimento causa alterações anatômicas e funcionais em diversos sistemas do corpo humano. Um dos sistemas que sofre com essas alterações é o Sistema Nervoso Autônomo (SNA), fundamental na manutenção homeodinâmica corporal. Um indicador da saúde do SNA é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). O Objetivo do presente estudo é investigar o efeito do treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório na VFC de idosos. Para isso, foram avaliados parâmetros fisiológicos de 32 indivíduos separados em grupo treinamento com *biofeedback* (16 indivíduos) e grupo controle (16 indivíduos), antes e após 14 sessões de intervenção. No treinamento foram utilizados o Nexus® 10 *hardware* e o *software* Biotrace® para conduzir as sessões com *biofeedback* cardiorrespiratório. No grupo controle foram visualizadas fotos neutras retiradas do *International Affective Picture System* (IAPS). As intervenções para ambos os grupos foram feitas em sessões de 15 minutos de duração, 3 vezes na semana durante 4 semanas e meia. Os resultados mostraram que o treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório pode ter causado melhora na VFC, e nenhuma variação significativa nas variáveis antropométricas. Portanto, o treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório pode ser considerado uma forma eficaz de intervenção não farmacológica na regulação do SNA e conseqüentemente na melhora da saúde de idosos.

Palavras chaves: Sistema Nervoso Autônomo; Variabilidade da Frequência Cardíaca; *Biofeedback*.

ABSTRACT

Aging induces anatomical and functional changes in various systems of the human body. One of the systems affected by these changes is the Autonomic Nervous System (ANS), which plays a fundamental role in maintaining body homeodynamics. A key indicator of ANS health is heart rate variability (HRV). The present study aims to investigate the effect of cardiorespiratory biofeedback training on HRV in older adults. To this end, physiological parameters were assessed in 32 individuals, divided into a biofeedback training group (16 individuals) and a control group (16 individuals), before and after 14 intervention sessions. The Nexus® 10 hardware and Biotrace® software were used to conduct the cardiorespiratory biofeedback training sessions. In the control group, neutral images from the International Affective Picture System (IAPS) were displayed. Interventions for both groups consisted of 15-minute sessions, three times per week, over four and a half weeks. The results indicate that cardiorespiratory biofeedback training may have led to improvements in HRV, with no significant changes in anthropometric variables. Therefore, cardiorespiratory biofeedback training can be considered an effective non-pharmacological intervention for ANS regulation and, consequently, for improving the health of older adults.

Keywords: Autonomic Nervous System; Heart Rate Variability; Biofeedback.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA.....	10
2.1 Amostra	10
2.2 Avaliação antropométrica	10
2.3 Avaliação do sistema nervoso autônomo	11
2.4 Treinamento	11
2.5 Análise estatística	13
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
7. ANEXOS.....	21

INTRODUÇÃO:

O crescimento populacional vem acompanhado de transições demográficas. No Brasil, nas últimas décadas, ao mesmo tempo que houve uma diminuição na taxa de mortalidade também aconteceu uma queda na taxa de natalidade. Com isso, a proporção da população idosa em relação à população geral aumentou consideravelmente (OPAS, 2005). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população idosa no Brasil era de cerca de 10,7 milhões em 1991, passando para aproximadamente 14,5 milhões nos anos 2000, e ultrapassando 32 milhões em 2022. E a projeção para os próximos anos é que esse número chegue a aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas com mais de 60 anos em todo mundo, e até 2050 este número poderia atingir cerca de 2 bilhões de idosos, sendo 80% residentes em países em desenvolvimento como o Brasil (OPAS, 2005).

O aumento da população idosa e da expectativa de vida traz desafios para a saúde pública. Sabe-se que a velhice causa alterações anatômicas e funcionais em diversos sistemas, e tais alterações estão frequentemente associadas a diversas doenças (COLUSSI; PICHLER; GROCHOT, 2019). Um dos sistemas que sofre com essas alterações é o sistema nervoso autônomo (SNA), que desempenha um papel fundamental na regulação de processos corporais involuntários, como a frequência cardíaca, a pressão arterial, a respiração e a digestão, que tem como objetivo final garantir a homeodinâmica corporal (GOLDBERGER, 1996). Ele consiste em duas divisões principais: o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP). Em situações de predomínio do SNS, há aumento da frequência cardíaca e da força de contração do coração, aumentando assim o débito cardíaco e a pressão arterial para preparar o corpo para a ação. Quando o predomínio é do SNP, nota-se o contrário (XHYHERI; MANFRINI; MAZZOLINI; PIZZI *et al.*, 2012).

Quando há um desequilíbrio no SNA, com predominância do SNS sobre o SNP, um dos reflexos é uma menor variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Isso pode ocorrer em situações de estresse crônico, ansiedade, depressão, doenças cardiovasculares e outras condições de saúde. Por outro lado, uma VFC mais elevada geralmente está associada a regulação saudável e flexível do sistema nervoso autônomo, indicando uma melhor capacidade adaptativa do organismo (TASK FORCE, 1996).

Na década de 1990, Leher *et al.* (2000) começaram a experimentar uma forma de intervenção, que seria o *biofeedback* cardiorrespiratório. O procedimento consiste em captar algum parâmetro fisiológico (frequência cardíaca, frequência respiratória, entre outros) e

transformar em uma informação perceptível ao indivíduo, que pode ser através de qualquer via sensorial (tato, visual, sonora).

O SNA pode ser modificado voluntariamente de maneira aguda e crônica, de acordo com os estímulos do *biofeedback* cardiorrespiratório (DE SOUZA; DE CÁSSIA SOUZA; DINIZ; ARAÚJO *et al.*, 2022; FRANK; KHORSHID; KIFFER; MORAVEC *et al.*, 2010), portanto pode-se dizer, que assim como o sistema muscular, respiratório, o SNA é um sistema treinável. Porém, não há na literatura estudos que sistematizam (volume, carga, número e duração das sessões, intervalo entre sessões) o treinamento do SNA por meio do *biofeedback* cardiorrespiratório. O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de 14 sessões do treinamento de *biofeedback* cardiorrespiratório na modulação de parâmetros fisiológicos e emocionais.

METODOLOGIA:

AMOSTRA:

O estudo envolveu 183 idosos, e após quatro ciclos de experimentos e a aplicação dos critérios de exclusão, que foram: possuir doenças psiquiátricas, neurológicas, respiratórias ou cardiovasculares graves (autorreferidas no questionário de saúde); apresentar cegueira ou alterações cognitivas (pontuação acima do ponto de corte no Mini-Exame do Estado Mental); dificuldades severas para andar; tabagismo; e uso regular de medicamentos com ação sobre as variáveis fisiológicas estudadas. Restaram 32 idosos (idade 65-80 anos, ambos os sexos). Eles foram divididos em grupos *biofeedback* (N = 16) e placebo (N = 16). O critério de inclusão adotado foi ter idade entre 65 e 80 anos. O estudo seguiu a Declaração de Helsinque, e foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto (CAAE: 85839018.9.0000.5150), seguindo as condutas éticas, os voluntários assinaram termo de consentimento livre e esclarecido para somente então, dar início a sua inclusão no experimento.

AValiação ANTROPOMÉTRICA:

O condicionamento aeróbico, foi avaliado através do teste aeróbico submáximo da bateria de testes de Rikli e Jones (1999), que consiste em caminhar durante 6 minutos a maior distância possível. Para garantir a segurança e aptidão para realizar o teste aeróbico submáximo foram aplicados os questionários de Prontidão para a Atividade Física (SHEPARD; COX; SIMPER, 1981) e o de Estratificação do Risco Cardiovascular (MEDICINE, 2013).

Na avaliação antropométrica foram medidas as seguintes variáveis: estatura, medida por estadiômetro vertical portátil, com campo de medição de 0 a 2,1m, modelo Balmak - EST-223, com precisão de 1 mm; massa corporal, obtida utilizando uma balança digital Omron modelo Hn 289 com capacidade de 150 kg e precisão de 100 g (FONTANIVE; PAULA; PERES, 2007); Índice de Massa Corporal (IMC) - por meio dos dados da massa corporal (kg) e estatura (m) calculou-se o IMC pela fórmula: $\text{peso}/\text{altura}^2$ (FONTANIVE; PAULA; PERES, 2007); e percentual de gordura, usando a equação de Durnin & Womersley (1974), e conversão da dobra cutânea (subescapular, tricípital, supra-iliaca e bicipital) em percentual de gordura corporal (%G), foi utilizada a equação de Siri (MOREIRA; NICASTRO; CORDEIRO; COIMBRA *et al.*, 2009).

AVALIAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO:

A VFC foi registrada através de eletrocardiograma por métodos lineares (domínio do tempo), sendo os parâmetros: SDNN = Desvio padrão de todos os intervalos RR; RMSSD = Raiz quadrada das médias dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR; pNN50 = Percentagem das diferenças sucessivas entre os intervalos RR >50ms; e não lineares (plotagem de Poincaré) pelo parâmetro SD1 = Desvio Padrão 1 (TASK FORCE, 1996). O registro foi feito pelo próprio equipamento de *biofeedback* (Nexus® 10, versão 1.2). As unidades de tempo foram fixadas em 1 milissegundo e as amostras dos intervalos RR foram coletadas a uma frequência de amostragem de 1000 Hz. O banco de dados contendo os intervalos RR foi exportado como texto (arquivo txt), e analisado *off-line* utilizando-se o *Kubios HRV Analysis software* (MATLAB, version 2 beta, Kuopio, Finland).

Os registros foram feitos durante 5 minutos de repouso (posição sentada), para ambas as avaliações.

TREINAMENTO:

A alocação dos voluntários nos grupos *biofeedback* e placebo, foi feita de modo aleatório (sorteio).

- Grupo treinamento – *biofeedback* cardiorrespiratório:

Foram utilizados o *Nexus-10® hardware* (Mind Media BV) e o *software BioTrace®* para conduzir as sessões com *biofeedback* cardiorrespiratório, além de registrar os intervalos RR, a frequência respiratória e a coerência cardiorrespiratória tanto durante o treinamento quanto durante os momentos de repouso. O *hardware* transfere os dados via *bluetooth* para o

software (Biotrace®) com uma taxa de amostragem de gravação de 1024 Hz por segundo. Para obter o sinal dos intervalos RR foi realizado o registro na 1ª derivação cardíaca com o auxílio de três eletrodos do ECG, baseados no triângulo de *Einthoven*. Antes da fixação dos eletrodos, a pele dos voluntários era limpa com um algodão embebido em álcool em todos os locais onde os eletrodos seriam colocados.

Para registrar a taxa respiratória, ainda de acordo com as recomendações do manual do *Nexus-10*®, o sensor de respiração foi posicionado na região do abdômen, 7 centímetros acima da cicatriz umbilical. Ao colocar o sensor respiratório solicitava-se que o voluntário realizasse uma inspiração e, ao final da expiração, colocava-se o velcro a fim de que a cinta não ficasse apertada ou desconfortável ao longo da sessão.

O treinamento com *biofeedback* foi feito a partir de uma adaptação do protocolo proposto por Lehrer, Vaschillo e Vaschillo (2000), que propuseram a realização de 10 sessões de 20 min cada, totalizando 200 min. No presente estudo foram realizadas 14 sessões de 15 minutos cada, totalizando 210 min, com uma frequência de três vezes semanais, totalizando 4 semanas e meia.

Durante o treino o *software BioTrace*® realizava o cálculo da coerência cardíaca em tempo real com base no cálculo de correlação de Pearson entre a frequência cardíaca e a frequência respiratória. Os valores da coerência cardíaca ficavam entre “1” (correlação positiva entre a frequência cardíaca e a frequência respiratória) “-1” (correlação negativa entre a frequência cardíaca e a frequência respiratória). Durante as sessões de treinamento de *biofeedback* cardiorrespiratório, os participantes eram instruídos a tentar aumentar a coerência cardiorrespiratória, e para isso o valor de referência deveria estar o mais próximo possível de “1”. Esse era então o parâmetro de controle do treinamento.

- Grupo placebo:

Os voluntários tinham a tarefa de visualizar fotografias neutras retiradas do *International Affective Picture System* (IAPS) (LANG, 2005) durante de 15 minutos, e na mesma estrutura do grupo *biofeedback*, ou seja, três vezes na semana, por quatro semanas e meia, e um total de 14 sessões. Todas as fotos eram classificadas como neutras, para valência (média = 5,05) e ativação (média = 3,61).

E os códigos das fotografias utilizadas foram: 1560, 1616, 1670, 1931, 1945, 2020, 2190, 2200, 2206, 2210, 2214, 2215, 2220, 2221, 2230, 2271, 2280, 2372, 2381, 2383, 2385,

2410, 2440, 2480, 2485, 2487, 2495, 2575, 2580, 2600, 2616, 2620, 2681, 2702, 2749, 2810, 2830, 2840, 2850, 2870, 2880, 2890, 5120, 5130, 5390, 5395, 5455, 5500, 5510, 5520, 5530, 5531, 5532, 5533, 5534, 5535, 5731, 5740, 5875, 5900, 5920, 5940, 5950, 5970, 6000, 6150, 6314, 6900, 6910, 6930, 7000, 7002, 7004, 7006, 7009, 7010, 7020, 7025, 7030, 7031, 7034, 7035, 7040, 7050, 7060, 7080, 7090, 7095, 7096, 7100, 7110, 7130, 7140, 7150, 7160, 7170, 7175, 7180, 7182, 7183, 7184, 7185, 7186, 7187, 7190, 7205, 7211, 7217, 7224, 7233, 7234, 7235, 7237, 7283, 7285, 7351, 7402, 7490, 7491, 7495, 7496, 7500, 7503, 7550, 7560, 7590, 7595, 7600, 7620, 7640, 7700, 7705, 7710, 7820, 7830, 7920, 7950, 8010, 8060, 8160, 8232, 8311, 8465, 9070, 9080, 9210, 8360, 9411, 9700. Divididas em três blocos de fotos (que poderiam se repetir), as 50 primeiras compuseram o primeiro bloco, as 50 seguintes o segundo e a 50 últimas o terceiro bloco, o tempo de exibição das fotografias não eram fixos (para evitar habituação ao estímulo), e as fotos eram intercaladas por telas pretas.

As etapas do desenho experimental, desde a seleção da amostra, estão resumidas na Figura 1.

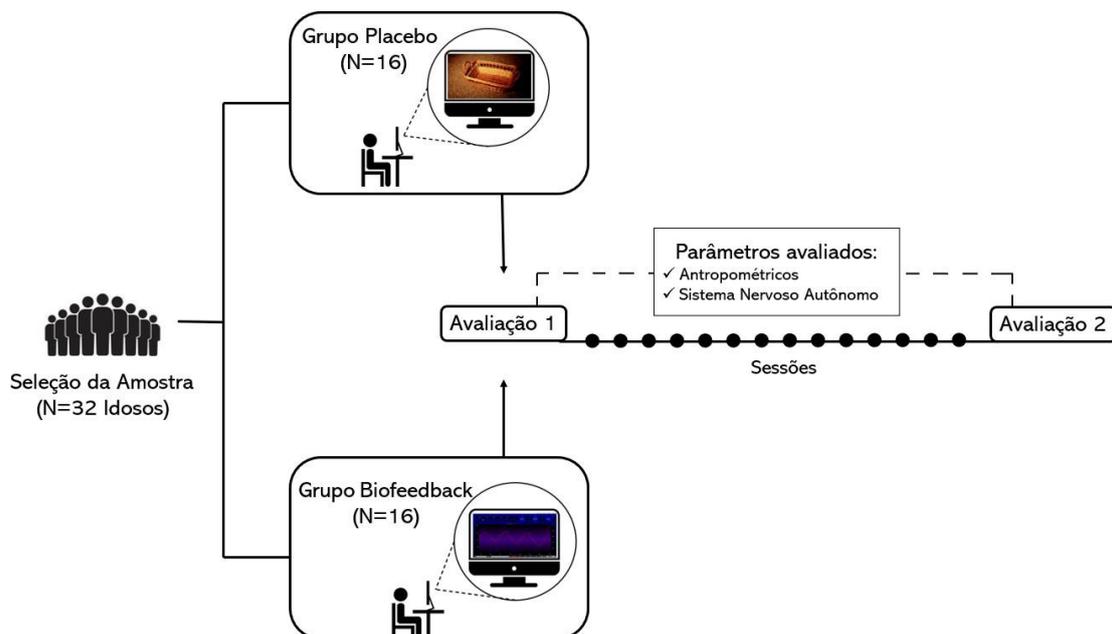


Figura 1. Desenho experimental

ANÁLISE ESTATÍSTICA:

Inicialmente foi testada a normalidade dos dados brutos pelo teste de Kolmogorov. Seguida de uma análise descritiva, utilizando a média e o desvio padrão para as variáveis consideradas normais (paramétricas). Em seguida, com o objetivo de verificar se há diferenças

entre os grupos (*biofeedback* e placebo) antes da realização de qualquer intervenção foi aplicado o teste t (variáveis normais) para cada uma das variáveis coletadas.

Para a investigação do efeito do *biofeedback* ao longo das avaliações (1 e 2), foi realizada ANOVA de medidas repetidas com desenho misto para os parâmetros de saúde e fisiológicos, utilizando os fatores tempo (avaliação 1 e 2) como variável *within*, e grupos (placebo e *biofeedback*) como variável *between*. Em seguida, para as variáveis em que foram observados efeitos significativos, foi realizado o *post hoc* de Fisher.

Para todos os testes realizados, o nível de significância adotado foi 0,05. O software utilizado nas análises foi o *Statistica* 10.0.

RESULTADOS:

Os valores de todas as variáveis coletadas antes de qualquer intervenção (avaliação 1), bem como a comparação entre os grupos estão expressas na tabela 1, para além, observa-se que as médias das idades dos idosos dos grupos *biofeedback* e placebo, são respectivamente: $71,12 \pm 4,16$ anos e $71,81 \pm 5,08$ anos.

Tabela 1: Variáveis descritivas e diferenças entre os grupos.

	VARIÁVEIS	GRUPOS		Valor de p
		GRUPO PLACEBO (N=16) Média ± DP	GRUPO BIOFEEDBACK (N=16) Média ± DP	
Saúde	Massa Corporal (kg)	61,81 ± 10,90	67,24 ± 11,46	0,18
	Estatura (cm)	1,56 ± 0,09	1,58 ± 0,09	0,56
	IMC (Kg/m ²)	25,13 ± 3,58	26,69 ± 3,53	0,22
	Teste aeróbico (m)	384,06 ± 61,02	383,06 ± 59,57	0,96
	Percentual de Gordura (%)	21,68 ± 5,71	24,00 ± 6,16	0,27
Fisiológica	SDNN (ms)	72,46 ± 49,78	59,70 ± 43,28	0,46
	RMSSD (ms)	79,93 ± 44,99	60,58 ± 41,04	0,20
	pNN50 (%)	32,03 ± 25,07	26,15 ± 30,056	0,55
	SD1 (ms)	56,59 ± 31,86	42,26 ± 30,64	0,20

Nota. N = Número de indivíduos; DP = Desvio padrão; Kg = Quilograma; IMC = Índice de Massa Corporal; cm = Centímetros; m = Metros; Kg/m² = Quilograma por Metro ao Quadrado; SDNN = Desvio padrão de todos os intervalos RR; RMSSD = Raiz quadrada das médias dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR; pNN50 = Percentagem das diferenças sucessivas entre os intervalos RR >50ms; SD1= Desvio padrão 1; ms = Milissegundos; * Indicativo de diferença significativa entre os grupos (< 0,05).

As ANOVAs referentes aos parâmetros antropométricos não revelaram efeito principal de tempo para a massa corporal ($F_{(2, 28)}=2,44$, $p=0,10$), IMC ($F_{(2, 28)}=2,44$, $p=0,10$) e teste aeróbico ($F_{(2, 28)}=0,96$, $p=0,39$), mas sim de percentual de gordura ($F_{(2, 28)}= 5,20$, $p=0,01$). Indicando redução no percentual de gordura na segunda avaliação, em relação à primeira. Assim como não houve efeito principal de grupo para as variáveis massa corporal ($F_{(1, 14)}=4,64$, $p=0,05$), IMC ($F_{(1, 14)}=3,57$, $p=0,07$), teste aeróbico ($F_{(1, 14)}=0,51$, $p=0,48$), e percentual de gordura ($F_{(1, 14)}=4,08$, $p=0,06$). Nem se quer para interação entre tempo e grupo, e variáveis, massa corporal ($F_{(2, 28)}=0,22$, $p=0,80$), IMC ($F_{(2, 28)}=0,22$, $p=0,80$), teste aeróbico ($F_{(2, 28)}=1,03$, $p=0,36$), e percentual de gordura ($F_{(2, 28)}=0,04$, $p=0,95$).

As ANOVAs referentes aos parâmetros fisiológicas mostraram efeito principal de tempo para o componente SDNN ($F_{(1, 30)}=6,36$, $p=0,01$), RMSSD ($F_{(1, 30)}=15,54$, $p=0,0004$), pNN50 ($F_{(1, 30)}=11,74$, $p=0,001$), e SD1 ($F_{(1, 30)}=15,55$, $p=0,0004$). Não houve efeito principal de grupo, para as variáveis SDNN ($F_{(1, 30)}=0,12$, $p=0,72$), RMSSD ($F_{(1, 30)}=0,01$, $p=0,91$), pNN50 ($F_{(1, 30)}=0,38$, $p=0,53$), e SD1 ($F_{(1, 30)}=0,01$, $p=0,91$). Houve interação entre tempo e grupo, para todas as variáveis: SDNN ($F_{(1, 30)}=5,1779$, $p=,03019$) (FIGURA 2A), SDNN ($F_{(1, 30)}=10,50$, $p=0,002$) (FIGURA 2B), pNN50 ($F_{(1, 30)}=5,65$, $p=0,02$) (FIGURA 2C), SD1 ($F_{(1, 30)}=10,49$, $p=0,002$) (FIGURA 2D). Os pós-testes demonstram para todos os parâmetros em questão aumento após o treinamento com *biofeedback*.

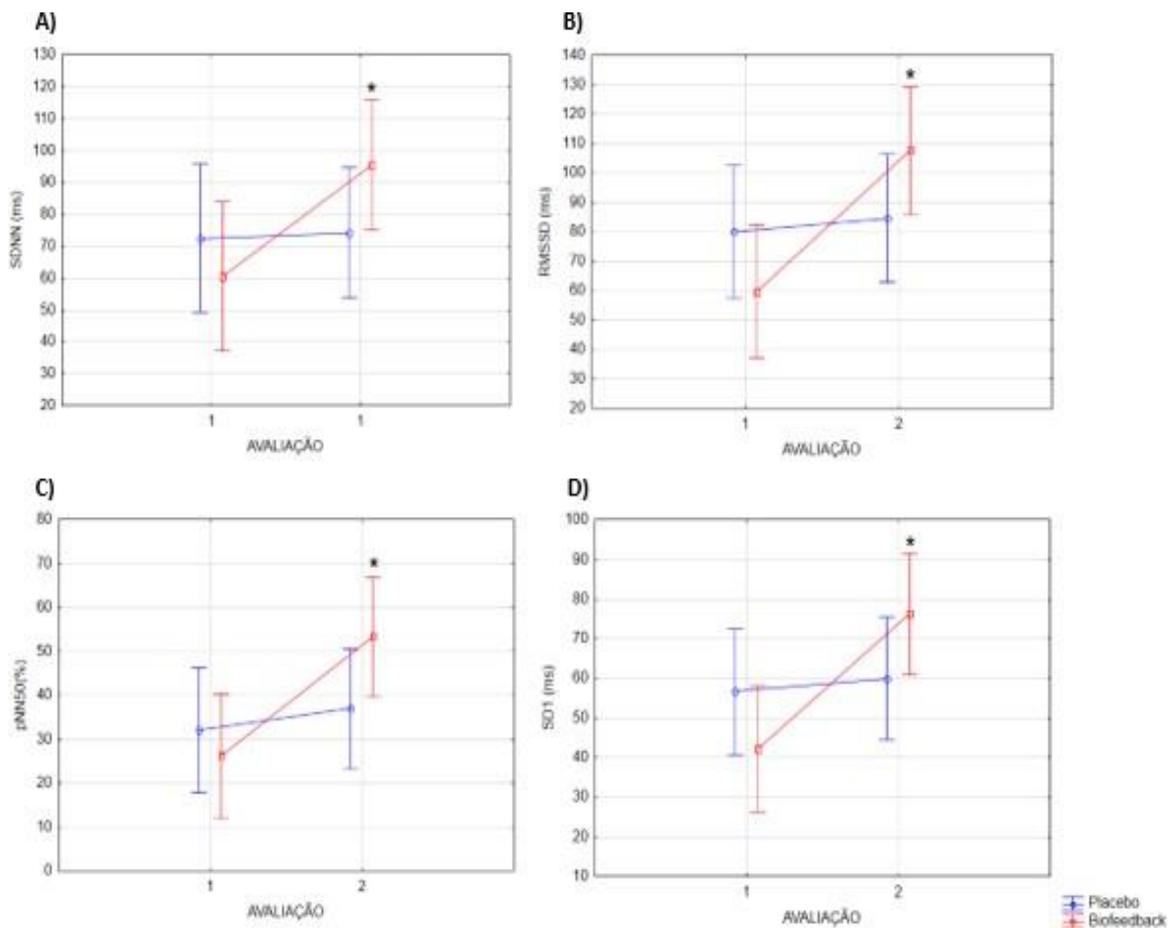


Figura 2: A) Valores do Desvio padrão de todos os intervalos RR (SDNN) em milissegundos (ms); B) Valores da Raiz quadrada das médias dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR (RMSSD) em milissegundos (ms); C) Valores de Percentagem das diferenças sucessivas entre os intervalos RR >50ms (pNN50) em milissegundos (ms); D) Valores do Desvio padrão 1 (SD1) em milissegundos (ms) durante as avaliações 1 e 2 para o grupo que recebeu o treinamento com Biofeedback (linha vermelha) e para o grupo que recebeu o treinamento placebo (linha azul). * Indicativo de diferença significativa entre as avaliações 1 e 2 ($< 0,05$).

DISCUSSÃO:

Os resultados indicam que, o *biofeedback* parece ter proporcionado benefícios significativos em termos de parâmetros fisiológicos, como melhora da VFC, que é um indicador da saúde física e mental (DE SOUZA; ARAÚJO; MOCAIBER; NÓRTE *et al.*, 2022). A ausência de diferenças significativas em variáveis como massa corporal e IMC sugere que o biofeedback foi o responsável pelas alterações nos componentes da VFC, e não possíveis alterações antropométricas. Isso é importante, pois a antropometria pode alterar a VFC (MONTEZE; SOUZA; ALVES; DE OLIVEIRA *et al.*, 2015). Esses achados são relevantes no contexto de intervenções não farmacológicas para idosos, uma vez que a melhora na VFC pode

estar associada a uma maior resiliência ao estresse e melhores resultados de saúde (DE SOUZA; ARAÚJO; MOCAIBER; NÓRTE *et al.*, 2022; SZTAJZEL, 2004).

O treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório resultou em melhorias em todos os componentes da VFC nos idosos. Diversos estudos com amostras de adultos jovens indicam que esse tipo de treinamento pode aumentar os parâmetros da VFC (DORMAL; VERMEULEN; MEJIAS, 2021; LEHRER; KAUR; SHARMA; SHAH *et al.*, 2020), contudo poucos são os estudos especificamente focados em idosos. Souza et al. (2022,2024) apontam que tais alterações são possíveis também na população idosa, mas que são dependentes das relações sociais, aspecto esse não explorado no presente estudo.

As diretrizes principais do treinamento físico/esportivo apoiam-se em variáveis como volume, intensidade, frequência e duração do estímulo. O volume refere-se ao tempo total dedicado à execução de um exercício (neste estudo, isso corresponderia às 14 sessões de treinamento ou 15 minutos por sessão); a intensidade refere-se ao quão exigente é o exercício em relação à capacidade máxima dos praticantes (a redução da frequência respiratória em relação à sessão anterior, aproximando-se de 5,5 respirações por minuto); a frequência diz respeito ao número de repetições de um exercício em um determinado período de tempo (três vezes por semana); e a duração refere-se ao tempo real dedicado à execução de cada sessão (15 minutos de treinamento) (WEINECK, 1989). Considerando essas diretrizes, ainda existe uma lacuna na literatura sobre treinamento com *biofeedback*, uma vez que os estudos apresentam protocolos variados, o que dificulta a comparação entre eles. Por exemplo, alguns estudos utilizam apenas uma sessão de 15 minutos, enquanto outros aplicam sessões de 60 minutos; da mesma forma, alguns realizam treinos diários, enquanto outros optam por três treinos semanais (GOESSL; CURTISS; HOFMANN, 2017).

O estudo apresenta algumas limitações, como o tamanho reduzido da amostra, o desbalanceamento entre homens e mulheres, e um possível viés de seleção. Contudo, há vários pontos fortes, que garantem a consistência dos resultados; cada voluntário realizou as avaliações e os treinos sempre nos mesmos horários; foram excluídos indivíduos com doenças psiquiátricas, respiratórias ou cardiovasculares graves, alterações cognitivas, dificuldades de locomoção e fumantes, o que contribuiu para a homogeneidade da amostra; os pesquisadores que tiveram contato com os voluntários foram devidamente treinados e mantidos constantes ao longo das avaliações e das sessões de treinamento, o que minimizou influências externas; e por fim, nos dias das avaliações, os voluntários foram instruídos a não consumir cafeína por pelo menos duas horas antes e álcool 24 horas, e evitar exercícios intensos.

CONCLUSÃO:

Este estudo sugere que o *biofeedback* pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar a saúde fisiológica em idosos, destacando-se especialmente na regulação autonômica, evidenciada pelos componentes da VFC, como SDNN, RMSSD, pNN50 e SD1. A ausência de efeitos em variáveis antropométricas, como massa corporal e IMC, reforça a conclusão de que as melhorias observadas na VFC são decorrentes do treinamento com *biofeedback*, e não de alterações naturais ao longo do tempo nessas variáveis. Esses resultados representam um avanço importante na compreensão de como intervenções não farmacológicas podem contribuir para o bem-estar dos idosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

COLUSSI, E. L.; PICHLER, N. A.; GROCHOT, L. Percepções de idosos e familiares acerca do envelhecimento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 22, n. 1, 2019.

DE SOUZA, P. M.; ARAÚJO, C. R. V.; MOCAIBER, I.; NÓRTE, C. E. *et al.* Variabilidade da frequência cardíaca: uma revisão da literatura sobre o registro, processamento e interpretação do sinal, fatores influenciadores e aplicabilidade ao exercício físico. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, 21, n. 6, p. 365-380, 2022.

DE SOUZA, P. M.; DE CÁSSIA SOUZA, M.; DINIZ, L. A.; ARAÚJO, C. R. V. *et al.* Long-term benefits of heart rate variability biofeedback training in older adults with different levels of social interaction: a pilot study. **Scientific Reports**, 12, n. 1, p. 18795, 2022.

DE SOUZA, P. M.; MOTA, B. E. F.; DE RESENDE, H. D. P.; FERNANDES JR, O. *et al.* Impact of Loneliness on Training Gains with Heart Rate Variability Biofeedback in the Elderly: A Pilot Study. **Applied Psychophysiology and Biofeedback**, p. 1-9, 2024.

DORMAL, V.; VERMEULEN, N.; MEJIAS, S. Is heart rate variability biofeedback useful in children and adolescents? A systematic review. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, 62, n. 12, p. 1379-1390, 2021.

DURNIN, J. V.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **Br J Nutr**, 32, n. 1, p. 77-97, Jul 1974.

- FONTANIVE, R.; PAULA, T. P. D.; PERES, W. A. F. Avaliação da composição corporal de adultos. **Duarte ACG. Avaliação nutricional: aspectos clínicos e laboratoriais. São Paulo: Atheneu**, p. 41-63, 2007.
- FRANK, D. L.; KHORSHID, L.; KIFFER, J. F.; MORAVEC, C. S. *et al.* Biofeedback in medicine: who, when, why and how? **Mental health in family medicine**, 7, n. 2, p. 85, 2010.
- GOESSL, V. C.; CURTISS, J. E.; HOFMANN, S. G. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis. **Psychological medicine**, 47, n. 15, p. 2578-2586, 2017.
- GOLDBERGER, A. L. Non-linear dynamics for clinicians: Chaos Theory, fractals, and complexity at the bedside. **The Lancet**, 347, p. 9011, 1996.
- LANG, P. J. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. **Technical report**, 2005.
- LEHRER, P.; KAUR, K.; SHARMA, A.; SHAH, K. *et al.* Heart rate variability biofeedback improves emotional and physical health and performance: a systematic review and meta analysis. **Applied psychophysiology and biofeedback**, 45, p. 109-129, 2020.
- LEHRER, P. M.; VASCHILLO, E.; VASCHILLO, B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. **Applied psychophysiology and biofeedback**, 25, n. 3, p. 177-191, 2000.
- MEDICINE, A. C. O. S. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Lippincott Williams & Wilkins, 2013. 1469826666.
- MONTEZE, N. M.; SOUZA, B. B.; ALVES, H. J.; DE OLIVEIRA, F. L. *et al.* Heart rate variability in shift workers: responses to orthostatism and relationships with anthropometry, body composition, and blood pressure. **Biomed Res Int**, 2015, p. 329057, 2015.
- MOREIRA, A. D. J.; NICASTRO, H.; CORDEIRO, R. C.; COIMBRA, P. *et al.* Composição corporal de idosos segundo a antropometria. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 12, n. 2, p. 201-213, 2009.
- OPAS, O. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Suzana Gontijo, Trad. Brasília, DF: Organização Pan-Americana da Saúde ... 2005.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of aging and physical activity**, 7, n. 2, p. 129-161, 1999.

SHEPARD, R.; COX, M. H.; SIMPER, K. An analysis of PAR-Q responses in an office population. **REVUE CANADIENNE DE SANTE PUBLIQUE: CANADIAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH**, 72, n. 1, p. 37-40, 1981.

SZTAJZEL, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. **Swiss Med Wkly**, 134, n. 35-36, p. 514-522, Sep 2004.

TASK FORCE. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Eur Heart J**, 17, n. 3, p. 354-381, Mar 1996.

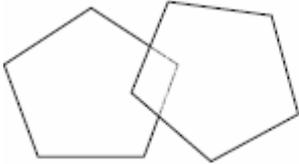
WEINECK, J. **Manual de treinamento esportivo. 2^a**. 1989. -, Ed. S. Paulo: Manole.

XHYHERI, B.; MANFRINI, O.; MAZZOLINI, M.; PIZZI, C. *et al.* Heart rate variability today. **Prog Cardiovasc Dis**, 55, n. 3, p. 321-331, 2012 Nov-Dec 2012.

ANEXOS

ANEXO 1: MINI EXAME DO ESTADO MENTAL**Mini mental**

AVALIAÇÃO	NOTA	VALOR
ORIENTAÇÃO TEMPORAL		
. Que dia é hoje?		1
. Em que mês estamos?		1
. Em que ano estamos?		1
. Em que dia da semana estamos?		1
. Qual a hora aproximada? (considere a variação de mais ou menos uma hora)		1
ORIENTAÇÃO ESPACIAL		
. Em que local nós estamos? (consultório, enfermaria, andar)		1
. Qual é o nome deste lugar? (hospital)		1
. Em que cidade estamos?		1
. Em que estado estamos?		1
. Em que país estamos?		1
MEMÓRIA IMEDIATA		
Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir, preste atenção, pois depois você terá que repeti-las novamente. (dê 1 ponto para cada palavra) Use palavras não relacionadas.		3
ATENÇÃO E CÁLCULO		
5 séries de subtrações de 7 (100-7, 93-7, 86-7, 79-7, 72-7, 65). (Considere 1 ponto para cada resultado correto. Se houver erro, corrija-o e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se autocorrigir). Ou: Soletrar a palavra mundo ao contrário		5
EVOCAÇÃO		
Pergunte quais as três palavras que o sujeito acabara de repetir (1 ponto para cada palavra)		3
NOMEAÇÃO		
Peça para o sujeito nomear dois objetos mostrados (1 ponto para cada objeto)		2
REPETIÇÃO		

Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que você repita depois de mim: Nem aqui, nem ali, nem lá. (considere somente se a repetição for perfeita)		1
COMANDO		
Pegue este papel com a mão direita (1 ponto), dobre-o ao meio (1 ponto) e coloque-o no chão (1 ponto). (Se o sujeito pedir ajuda no meio da tarefa não dê dicas)		3
LEITURA		
Mostre a frase escrita: FECHÉ OS OLHOS. E peça para o indivíduo fazer o que está sendo mandado. (Não auxilie se pedir ajuda ou se só ler a frase sem realizar o comando)		1
FRASE ESCRITA		
Peça ao indivíduo para escrever uma frase. (Se não compreender o significado, ajude com: alguma frase que tenha começo, meio e fim; alguma coisa que aconteceu hoje; alguma coisa que queira dizer. Para a correção não são considerados erros gramaticais ou ortográficos)		1
CÓPIA DO DESENHO		
Mostre o modelo e peça para fazer o melhor possível. Considere apenas se houver 2 pentágonos interseccionados (10 ângulos) formando uma figura de quatro lados ou com dois ângulos.		1
		
TOTAL		

ANEXO 2: APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: EFEITO DO TREINAMENTO COM BIOFEEDBACK CARDIOVASCULAR EM IDOSOS ISOLADOS E NÃO ISOLADOS SOCIALMENTE

Pesquisador: Gabriela Guerra Leal de Souza

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 85839018.9.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.612.503

Apresentação do Projeto:

Nos últimos anos, houve um aumento do número de idosos brasileiros, e em decorrência disso, avança-se a possibilidade de um aumento na população das instituições de longa permanência para idosos. As alterações fisiológicas do envelhecimento são sistêmicas e parecem estar mais evidenciadas nos idosos institucionalizados. Na tentativa de minimizar essas alterações especula-se o efeito benéfico do treinamento de biofeedback. Com isso, o objetivo do presente estudo é avaliar o efeito do treinamento com biofeedback cardiovascular nos parâmetros psicofisiológicos em idosos isolados (institucionalizados) e não isolados socialmente (não institucionalizados). Nesse intuito serão avaliados 30 idosos institucionalizados e 30 não institucionalizados que serão divididos em 2 grupos, grupo treinamento (N=15) e grupo controle (N=15). Desses voluntários serão avaliados o estado geral de saúde (questionário, características antropométricas e composição corporal), estado psicológico (questionários relacionados à sociabilidade), condições bioquímicas (citocinas e fator neurotrófico derivado do cérebro) e a Variabilidade da Frequência Cardíaca antes do treinamento, depois do treinamento e 5 semanas após o término do treinamento. O treinamento aplicado será o de biofeedback cardiovascular, que terá uma duração de 15 minutos, 3 vezes semanais, durante 15 sessões. O grupo controle realizará a visualização de imagens neutras também durante 15 minutos, 3 vezes semanais e durante 15 sessões. Todos os procedimentos seguirão os protocolos já estabelecidos na literatura. Serão investigadas as diferenças entre os 2 grupos e entre cada grupo ao longo do tempo.

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 35.400-000
UF: MG **Município:** OURO PRETO
Telefone: (31)2539-1368 **Fax:** (31)2539-1370 **E-mail:** cep.proppi@ufop.edu.br

Continuação do Protocolo: 3.6/12.523

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito do treinamento com biofeedback nos parâmetros psicofisiológicos em idosos isolados (institucionalizados) e não isolados socialmente (não institucionalizados).

Objetivo Secundário:

Investigar diferenças entre os grupos (isolados e não isolados socialmente), referentes ao estado geral de saúde (questionário, características antropométricas e composição corporal), estado psicológico (questionários relacionados à sociabilidade), condições bioquímicas (citocinas e fator neurotrófico derivado do cérebro -BDNF), estado do SNA (Variabilidade da Frequência Cardíaca -VFC) antes e após o treinamento; Investigar,

dentro de cada grupo, se o treinamento com biofeedback pode modificar o estado geral de saúde, estado psicológico, condições bioquímicas, estado do SNA; Caso o biofeedback promova alterações nos parâmetros coletados, avaliar se as alterações são mantidas após 5 semanas de interrupção do treinamento (destreinamento).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

1. Constrangimento na avaliação da composição corporal (na tentativa de minimizá-lo, a avaliação dos voluntários do sexo masculino será feita por um homem, e do sexo feminino por uma mulher);
2. Há risco de queda durante o teste aeróbico, bem como dores musculares em decorrência do mesmo;
3. Dor, hematomas e/ou embolias em decorrência da coleta de sangue.

Benefícios:

1. Todos os idosos receberão informações de seu estado físico, psicológico e bioquímico, bem como uma consultoria de como melhorar sua qualidade de vida;
2. A literatura aponta que o treinamento com biofeedback surte muitos eventos benéficos para o voluntário, tais como: diminuição do estresse, ansiedade, melhora do funcionamento do sistema nervoso autônomo (sistema cardiovascular e respiratório).

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pedido de inclusão do asilo Padre Antônio Pinheiro Pinto, da cidade de Rio Casca/MG para participar do projeto.

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 35.400-000
UF: MG **Município:** OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 **Fax:** (31)3559-1370 **E-mail:** cep.propp@ufop.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO**



Continuação do Parecer: 3.612.583

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos referentes à resolução CNS 466/2012 foram entregues.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFOP, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e/ou Res. CNS 510/16, manifesta-se pela **APROVAÇÃO** deste protocolo de pesquisa. Ressalta-se ao pesquisador responsável pelo projeto o compromisso de envio ao CEP/UFOP, um ano após o início do projeto, do relatório final ou parcial de sua pesquisa, encaminhado por meio da Plataforma Brasil, informando, em qualquer tempo, o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_142508_0_E1.pdf	29/08/2019 16:08:43		Aceito
Outros	Justificativa.doc	29/08/2019 16:06:07	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Outros	Termo_da_anuencia_novo.pdf	29/08/2019 16:05:36	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Outros	Termos_da_anuencia.pdf	06/05/2018 22:02:33	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Outros	carta_CEP.docx	06/05/2018 21:50:01	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.doc	06/05/2018 21:48:55	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	18/03/2018 14:57:29	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Outros	Escalas.docx	18/03/2018 22:39:33	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
Outros	Declaracao_de_custos.doc	18/03/2018 22:35:51	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	18/03/2018 22:29:19	Gabriela Guerra Leal de Souza	Aceito

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convivência
 Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000
 UF: MG Município: OURO PRETO
 Telefone: (31)3559-1358 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep.pnapp@ufop.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 3.612.583

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

OURO PRETO, 01 de Outubro de 2019

Assinado por:
Wendel Coura Vital
(Coordenador(a))

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 35.400-000
UF: MG **Município:** OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 **Fax:** (31)3559-1370 **E-mail:** oep.propp@ufop.edu.br

ANEXO 3: QUESTIONÁRIOS PARA O TESTE AERÓBICO (QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA - PAR-Q E QUESTIONÁRIO DE ESTRATIFICAÇÃO DO RISCO CARDIOVASCULAR - HHO)

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física.

1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica? sim não

2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física? sim não

3 - Você sentiu dor no peito no último mês? sim não

4 - Você tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tonteira ou desmaio? sim não

5 - Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física? sim não

6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial, para circulação ou coração? sim não

7 - Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça sua prática de atividade física sem supervisão médica? sim não

8 - Você possui colesterol acima de 240 mg/l ou desconhecida (não sabe)? sim não

9- Sua pressão é superior a 140/90 mmHg, desconhecida ou usa medicamento? sim não

10- Tem diabetes de qualquer tipo? sim não

11- Alguém de sua família morreu por ataque cardíaco? sim não

12- Você faz atividade físicas? sim não

13 - Você está acima do peso? sim não

