

VICTÓRIA REGINA FERRO

EFEITOS CARDIOVASCULARES AGUDOS DE UMA SESSÃO  
DE TREINAMENTO COM SPRINTS SUPER CURTOS EM  
JOVENS NORMOTENSOS

Campo Grande

2025

VICTÓRIA REGINA FERRO

EFEITOS CARDIOVASCULARES AGUDOS DE UMA SESSÃO  
DE TREINAMENTO COM SPRINTS SUPER CURTOS EM  
JOVENS NORMOTENSOS

Trabalho de dissertação submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito a concessão ao título de mestre em ciências do movimento.

Orientador Prof. Dr. Daniel Alexandre Boullosa

Coorientadora Marianna Rabêlo de Carvalho Mourão

Campo Grande

2025

VICTÓRIA REGINA FERRO

EFEITOS CARDIOVASCULARES AGUDOS DE UMA SESSÃO  
DE TREINAMENTO COM SPRINTS SUPER CURTOS EM  
JOVENS NORMOTENSOS

Trabalho de dissertação submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito a concessão ao título de mestre em ciências do movimento.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Alexandre Boullosa

Coorientadora: Marianna Rabêlo de Carvalho Mourão

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Muller  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Prof. Dr. Arilson Fernandes Mendonça de Sousa  
Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC

Prof. Dr. Silvio Assis de Oliveira Junior  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

## **DEDICATÓRIA**

À minha mãe.

Sua garra e determinação me inspiraram, suas orações permitiram que eu chegasse até aqui. Obrigada por tudo e por tanto.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus por ter aberto portas e permitido que tudo acontecesse, minha força vem dos céus. Sem Ele, nada seria.

Aos meus familiares e amigos que direta ou indiretamente me deram forças para continuar e me inspiraram a crescer. Gabriel Gentil e Luiz Carlos Moreira, a amizade de vocês foi essencial em todo esse processo.

Por tanto apoio e paciência, agradeço à Dr<sup>a</sup>. Gisele Walter, Dr<sup>a</sup>. Bárbara Amorim e especialmente à minha grande amiga e coorientadora Dr<sup>a</sup>. Marianna Rabêlo de Carvalho Mourão, sem vocês essa pesquisa não aconteceria.

Aos alunos de iniciação científica, Lukas, Breno e Robson, e ao futuro mestre Márcio, espero que continuem se dedicando, vocês são excelentes e suas contribuições para esse estudo foram de suma importância. Aos participantes que abraçaram essa pesquisa e dispuseram de seu tempo, disposição e energia, minha sincera gratidão.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul por proporcionar o ambiente acadêmico e os recursos necessários para realizar essa pesquisa. Agradeço imensamente ao corpo docente do programa de pós graduação em Ciências do Movimento e do curso de Fisioterapia, cujos ensinamentos, orientação e apoio foram fundamentais para meu desenvolvimento pessoal e profissional desde o início. Ao meu orientador, Daniel agradeço pelo tempo e expertise compartilhados e por me incentivar que me esforçasse ao máximo.

E por fim, o mais importante. Agradeço ao meu marido, melhor amigo e companheiro, Márcio Ian. Obrigada por lutar minhas batalhas comigo, ser meu porto seguro nas dificuldades e partilhar as melhores e maiores alegrias. Obrigada por todos os dias. Eu te amo e estou pronta para todas aventuras ao seu lado.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”*

*- Marthin Luther King*

## RESUMO

**Introdução:** A prática de exercício físico é amplamente reconhecida por sua capacidade de promover saúde e melhorar a qualidade de vida. Recentemente protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), e versões ainda mais curtas no *sprint interval training* (SIT), têm sido propostos como alternativas eficientes tanto para melhorar capacidades físicas de pessoas saudáveis como no tratamento de diferentes condições de saúde. Entretanto, não é bem descrito quais os efeitos cardiovasculares dessas modalidades durante os esforços. **Objetivos:** Verificar as respostas cardiovasculares durante e após uma sessão de treinamento intervalado de sprints super curtos de 5 segundos (sSIT) em participantes jovens, normotensos e fisicamente ativos (n=10, idade 28,2±5,8 anos) comparados a um treinamento intervalado com tiros mais longos de 20 segundos (SIT20). **Métodos:** A amostra foi composta por 10 jovens normotensos e fisicamente ativos. Ao longo de 3 sessões, realizaram familiarização, teste incremental e, de forma aleatorizada, sessões de sSIT e SIT20. As análises de frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) foram coletadas em repouso antes e a cada 15 minutos após os testes, enquanto FC, pressão arterial (PA) e consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) foram coletados a cada 2 minutos durante o treinamento. **Resultados:** Os protocolos apresentaram respostas cardiovasculares semelhantes. Houve aumento da FC, PA sistólica e duplo produto (DP) até o 8º minuto, com redução progressiva durante o repouso. Somente o protocolo sSIT foi capaz de produzir hipotensão pós exercício. Durante o protocolo sSIT, os participantes atingiram 93,45% (±11,11) da FC máxima, enquanto no SIT20 89,19% (±6,92; p= 0,346). **Conclusão:** Foi demonstrado que os protocolos de SIT com 5 e 20 segundos se comportaram de forma semelhante, sendo que somente o sSIT foi capaz de produzir hipotensão pós exercício (HPE) e os dois protocolos demonstraram-se seguros para treinamento.

**Palavras chave:** Treinamento Intervalado de Alta Intensidade; Hipotensão Pós-Exercício; Pressão Arterial; Reabilitação Cardíaca

## ABSTRACT

**Introduction:** The practice of physical exercise is widely recognized for its ability to promote health and improve quality of life. Recently, high-intensity interval training (HIIT) protocols, along with even shorter versions known as sprint interval training (SIT), have been proposed as efficient alternatives to enhance physical capacities in healthy individuals and in the treatment of various health conditions. However, the cardiovascular effects of these modalities during exertion are not well-described.

**Objectives:** To examine the cardiovascular responses during and after a session of super-short sprint interval training of 5 seconds (SSIT) in young, normotensive and active participants (n=10, age 28.2±5.8 years) compared to a training session with longer 20 seconds bouts (SIT20). **Methods:** The sample consisted of 10 young, normotensive, and physically active individuals. Over the course of three sessions, participants underwent familiarization, incremental testing, and, in a randomized order, performed the SSIT and SIT20 sessions. Heart rate (HR) and blood pressure (BP) measurements were taken at rest before the tests and every 15 minutes after the tests, while HR, BP, and oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) were measured every 2 minutes during the training sessions. **Results:** The protocols demonstrated similar cardiovascular responses. There was an increase in HR, systolic blood pressure (SBP), and double product (DP) until the 8th minute, followed by a progressive decrease during the rest period. Only the sSIT protocol was able to induce post-exercise hypotension. During the sSIT protocol, participants reached 93.45% (±11.11) of their maximum HR, while in the SIT20 protocol they reached 89.19% (±6.92; p=0.346). **Conclusion:** It was demonstrated that the SIT protocols with 5- and 20-second intervals behaved similarly, with only the sSIT protocol being able to induce post-exercise hypotension (PEH), and both protocols were found to be safe for training.

**Keywords:** High-Intensity Interval Training; Post-Exercise Hypotension; Blood Pressure; Cardiac Rehabilitation

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3. OBJETIVOS .....	18
3.1 Objetivo primário.....	18
3.2 Objetivos secundários.....	18
4. MÉTODOS .....	19
4.1 Desenho do estudo .....	19
4.2 População e Amostra.....	19
4.3 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	20
4.4 Locais de Pesquisa .....	20
4.5 Consulta Inicial.....	20
4.6 Teste incremental.....	21
4.7 Protocolos de treinamento .....	22
4.9 Análise estatística .....	22
5. RESULTADOS .....	23
5.1 Massa Corporal.....	24
5.2 Frequência Cardíaca (FC) .....	24
5.3 Recuperação da frequência cardíaca (RFC).....	25
5.4 Pressão arterial sistólica (PAS).....	25
5.5 Duplo produto (DP) .....	26
5.6 Consumo de oxigênio (VO <sub>2</sub> ).....	27
6. Discussão.....	27
7. Conclusão .....	29
8. REFERÊNCIAS.....	29

## LISTA DE SIGLAS

DC	Débito Cardíaco
DCV	Doenças Cardiovasculares
DP	Duplo Produto
FC	Frequência Cardíaca
FC <sub>máx</sub>	Frequência Cardíaca Máxima
FC <sub>pico</sub>	Frequência Cardíaca Pico
HIIT	Treinamento Intervalado de Alta Intensidade / <i>High-Intensity Interval Training</i>
HPE	Hipotensão Pós Exercício
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PSE	Escala de Percepção do Esforço
RFC	Recuperação de frequência cardíaca
SIT	Treinamento Intervalado de <i>Sprints</i> / <i>Sprint Interval Training</i>
SIT 20	Treinamento Intervalado com Sprints de 20 segundos
sSIT	Treinamento Intervalado com Sprints de 5 segundos
SpO <sub>2</sub>	Saturação periférica de oxigênio
VO <sub>2</sub>	Consumo de Oxigênio
VO <sub>2</sub> max	Consumo Máximo de Oxigênio
VS	Volume Sistólico
$\eta^2_p$	Eta Quadrado Parcial

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Momentos de coleta dos dados durante e após os protocolos sSIT e SIT20 .....	22
Figura 2: Fluxograma dos participantes incluídos na pesquisa. ....	23
Figura 3: Análise da frequência cardíaca dos participantes durante e após os protocolos sSIT e SIT20. ....	24
Figura 4: Frequência cardíaca de recuperação (FCpico-FC no momento) dos participantes em nos protocolos sSIT e SIT20. ....	25
Figura 5: Pressão arterial sistólica dos participantes durante o protocolo sSIT. ....	26
Figura 6: Pressão arterial sistólica dos participantes durante o protocolo SIT20. ....	26
Figura 7: Duplo produto dos participantes durante os protocolos sSIT e SIT20. ....	26
Figura 8: Consumo de oxigênio dos participantes durante os protocolos sSIT e SIT20. .....	27

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A prática de exercício físico regular é amplamente reconhecida como uma estratégia para melhorar qualidade de vida e saúde de forma geral (NAM et al., 2023). O exercício físico provoca relevante impacto nos sistemas musculoesquelético (SURI et al., 2023), respiratório (BENZO-IGLESIAS et al., 2023), digestivo (GILLIS et al., 2018), metabólico (MIKO et al., 2020) e, em especial, cardiovascular (LI et al., 2020). Inclusive, pode ser considerado uma forma de prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares (DCV), sendo atualmente prescrito a pacientes cardiopatas e hipertensos em conjunto com medicamentos e orientações de melhora dos hábitos de vida (KAMINSKY et al., 2019).

Por sua vez, diferentes modalidades e protocolos de exercício têm sido avaliadas em diversas populações em busca de desvendar seus efeitos, melhores dosagens e condições de prescrição. Uma modalidade amplamente estudada é o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT, *High-Intensity Interval Training*). É sabido que sua prática leva à melhora do condicionamento físico, capacidade cardiorrespiratória, funções cardiovascular e metabólica (WU et al., 2021), além de ser uma modalidade com crescente interesse pela população em geral (MACINNIS; GIBALA, 2017).

Além disso, o HIIT tem sido proposto e utilizado nos últimos anos para o tratamento de diversas condições clínicas. Sua vantagem está nas respostas observadas, visto que, em poucas sessões de curta duração, o HIIT apresentou melhoras similares ao treinamento contínuo de moderada intensidade em diversos parâmetros associados à saúde cardiometabólica, como consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ) e composição corporal (MACINNIS; GIBALA, 2017; GILLEN et al., 2016; GILLEN et al., 2014; BURGOMASTER et al., 2005).

Uma vertente dessa modalidade é o treinamento intervalado de *sprints* (SIT, *sprint interval training*), com tiros de curta duração. O protocolo Wingate é o mais clássico e consiste em tiros de 30 segundos de esforço supramáximo, com carga de 7,5% da massa corporal do participante e intervalos de 4 minutos de repouso ativo na velocidade média de 60 rpm (BAR-OR, 1987; NANCEKIEVILL et al., 2023). Entretanto, ainda que o protocolo Wingate seja o mais utilizado, é bastante criticado

pelo alto estresse físico e psicológico impostos (MACINNIS; GIBALA, 2017; SAANIJOKI et al., 2015; RELJIC et al., 2019).

Mais recentemente surgiram modelos com tiros mais curtos (4-20 segundos) e menos extenuantes, avaliados pela escala de percepção do esforço (PSE), ou com uma valência de afeto positiva, de acordo com a escala de afeto. Ainda assim, esses modelos resultaram em adaptações aeróbias e anaeróbias documentadas similares a outras modalidades de HIIT ou SIT, mesmo com tempo menor de exercício e após poucas semanas de treinamento (GILLEN; GIBALA, 2014; VOLLAARD; METCALFE, 2017; BENÍTEZ-FLORES et al, 2018).

Em busca de encontrar protocolos mais eficientes com tempos de trabalho ainda mais curtos, o modelo super curto de SIT com sprints de menor duração pode ser uma alternativa. Baseado na literatura recente, ele apresenta uma opção muito promissora para obter os mesmos ganhos que o SIT tradicional em diversas populações (GILLEN et al., 2016; VOLLAARD; METCALFE, 2017; METCALFE et al., 2018; MCKIE et al., 2018), porém com uma menor exigência física e psicológica (BENÍTEZ-FLORES et al, 2018; MCKIE et al., 2018). É importante destacar que, comparados com sprints de 20 segundos, o sprint de 5 segundos apresentou melhores respostas cardiovasculares (frequência cardíaca – FC, e  $VO_2max$ ) e melhor recuperação parassimpática (recuperação de FC, RFC) além de benefícios mecânicos e menor atividade glicolítica (BENÍTEZ-FLORES et al, 2018).

Neste contexto, uma modalidade baseada em sprints de cinco segundos permitem atingir uma ativação elevada do metabolismo aeróbio, com menor ativação glicolítica e, portanto, menor fadiga, permitindo assim altas taxas de trabalho mecânico (BENITEZ-FLORES et al., 2018; BENITEZ-FLORES et al., 2019; BOULLOSA et al., 2021). Estes achados têm sido confirmados por estudos recentes com sprints muito curtos de quatro segundos (WOLFE et al., 2020; SATIROGLU, 2021). Ademais, pesquisas recentes sugerem que as respostas afetivas a este tipo de protocolos SIT são mais positivas (METCALFE et al., 2022; BOULLOSA et al., 2022; MCKIE et al., 2018; TOWNSEND et al., 2017).

Ainda assim, a literatura é escassa no que diz respeito às respostas cardiovasculares agudas aos protocolos de HIIT e SIT, em especial em pessoas com hipertensão (COSTA et al., 2020; RAMIREZ-JIMENEZ et al., 2019; PIMENTA et al.,

2019). Ainda que haja estudos avaliando os efeitos agudos do HIIT, apenas dois mencionam avaliações durante os esforços (PIMENTA et al., 2019; COSTA et al. 2020), deixando uma lacuna importante no que diz respeito, principalmente, à segurança do paciente.

É necessário observar que a prática de exercícios em alta intensidade pode aumentar os riscos de morte súbita e eventos de isquemia do miocárdio, ainda que de forma aguda e transitória (THOMPSON et al., 2007). Mesmo que esses eventos estejam majoritariamente associados a malformações congênitas, essas podem ser silenciosas e não diagnosticadas (THOMPSON et al., 2007). Por isso, é essencial a descrição detalhada dos efeitos cardiovasculares consequentes de protocolos de exercícios, especialmente aqueles destinados ao tratamento de pessoas com maior risco de eventos cardiovasculares, tal como hipertensos. Sabendo do benefício dos exercícios de alta intensidade no manejo da hipertensão, é interessante buscar protocolos em que o tempo de exposição ao risco cardiovascular, ou seja, o tempo de trabalho em alta intensidade, seja o menor possível sem perder os benefícios gerados.

Nesse cenário, o SIT torna-se uma ferramenta interessante. Entretanto, ainda não foi estudado em pessoas com hipertensão até o momento. É necessário ter um olhar mais esclarecedor sobre essa modalidade e elucidar quais os efeitos intra-sessão consequentes dela. Destaca-se a necessidade de avaliar, principalmente: consumo de oxigênio ( $VO_2$ ); variáveis de segurança, como o duplo produto (DP); e respostas cardiovasculares, com medidas de PA e FC dos protocolos SIT, e mais especificamente os de SIT super curtos.

Também é fundamental a análise das respostas agudas que sucedem os protocolos e análise da eficácia em seu efeito hipotensor. A hipotensão pós exercício (HPE) é considerada um preditor de eficácia dos efeitos hipotensores do exercício em pessoas hipertensas a longo prazo (MACDONALD, 2002; MARÇAL et al., 2021). Entretanto, não tem seus mecanismos perfeitamente esclarecidos. A literatura sugere que a HPE após protocolos de HIIT está relacionada principalmente com a redução da resistência vascular periférica (PERRIER-MELO et al., 2021) e a liberação de óxido nítrico (KIANI et al., 2022).

A soma dessas informações leva ao questionamento quanto ao potencial desse protocolo, levantando à necessidade de detalhá-lo melhor, assim como buscar

evidências da sua segurança e aplicabilidade no tratamento de indivíduos com maior risco, como pessoas com DCV e hipertensos. Visto que atualmente o protocolo SIT não foi testado com essa população para verificar a efetividade aguda, ou tão pouco, crônica, no controle da pressão arterial (PA), além de ofertar dados para análise efetiva do custo-benefício desse protocolo para a população.

Dessa forma, o presente estudo busca avaliar os efeitos cardiovasculares durante e imediatamente após dois protocolos de SIT, tendo em vista seu potencial benéfico na saúde da população e possivelmente no tratamento de DCV, como a hipertensão. As hipóteses são que uma sessão treinamento de alta intensidade com uso de *sprints* não levará ao aumento exagerado da PA, FC e DP durante as sessões, configurando-se um treinamento seguro para pacientes normotensos e hipertensos. Sendo que o sprint super curto de 5s configurará uma elevação ainda mais discreta dessas variáveis comparada ao protocolo com tiros mais longos de 20s. E uma sessão de treinamento de alta intensidade com uso de sprints promoverá hipotensão pós exercício em ambos protocolos, conferindo eficácia à intervenção.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

A resposta fisiológica ao exercício aeróbico surge a partir da combinação do esforço exercido pelos sistemas respiratório, músculo esquelético e cardiovascular, sendo o último destacado pela adaptação da função sistólica e diastólica que são consideradas o centro das respostas ao exercício (LAVIE et al., 2015). A adaptação cardiorrespiratória aguda em resposta ao exercício também é resposta às demandas fisiológicas impostas. Para atendê-las ocorre aumento da ventilação pulmonar, FC, volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC), e de forma moderada, pressão arterial sistólica (PAS), e redistribuição de fluxo sanguíneo para os músculos em atividade (PREDEL, 2014; MONTEIRO; SOBRAL, 2004). Uma forma de avaliação do condicionamento cardiovascular e desempenho aeróbico máximo é o  $VO_2\max$  (HWANG et al., 2022; PARK; YANG, 2023).

Logo, se as respostas agudas ao exercício aeróbico estão diretamente relacionadas com ao  $VO_2\max$  e ao DC (FLETCHER et al., 2013) e sabendo que DC é determinado pelo produto do VS e da FC, destaca-se a importante função do ventrículo esquerdo. Em resposta ao aumento da pré-carga, ele apresenta uma dilatação da sua área e potencialização da contratilidade miocárdica com consequente

aumento do VS (MYERS; FROELICHER, 2006). Com o aumento do VS, DC, FC e resistência vascular periférica, a PA também será elevada (SHEPHERD, 1987).

Por sua vez, ao finalizar uma sessão de treinamento, pode haver uma queda da PA abaixo dos valores encontrados em repouso observada a partir de 10 minutos e até algumas horas após o exercício (BEDI; JAIN; VARSHNEY, 2023). Esse fenômeno é chamado de HPE e é considerada um preditor da eficácia de intervenções com pessoas hipertensas (MACDONALD, 2002; MARÇAL et al., 2021), evidenciando a importância da análise das respostas cardiovasculares agudas após uma sessão de treinamento.

Enquanto isso, a longo prazo o exercício promoverá uma PA mais baixa em repouso, sendo um fator chave ao analisar a sua função de prevenir DCV (NYSTORIAK; BHATNAGAR, 2018). Como está bem estabelecido que o exercício físico tem impacto benéfico na prevenção de DCV, sabe-se que a liberação de óxido nítrico e seus metabólitos (nitrito/nitrato – NOx) é outro mecanismo adaptativo ao exercício que favorece a saúde cardiometabólica (BODONNO et al., 2016; DYAKOVA et al., 2015).

A hipertensão é uma das causas mais relevantes das DCV, e ainda que prevenível (WILLIAMS et al., 2018), está associada a pelo menos 50% de suas mortes no Brasil e acomete 32,5% (aproximadamente 36 milhões) da população adulta (BARROSO et al., 2021). Mesmo que o tratamento da hipertensão arterial inclua tratamentos farmacológicos e mudanças no estilo de vida, o exercício físico, nas suas diferentes formas e modalidades, representa uma das intervenções mais eficazes para o tratamento, controle e prevenção da hipertensão arterial, com efeitos adversos mínimos quando comparado a outros tratamentos (MARKMAN FILHO et al., 2021).

Ademais, alguns estudos recentes têm analisado os impactos agudos e crônicos de diversos protocolos de HIIT em hipertensos. Uma revisão sistemática (MARÇAL et al., 2021) evidenciou, após análise de 14 estudos que comparavam a PA clínica e ambulatorial após diferentes sessões de treinamento contínuo moderado e HIIT, que o HIIT resultou em uma maior HPE nas horas seguintes ao exercício tanto em participantes hipertensos, como normotensos.

Já em estudos longitudinais com tratamento com HIIT, os resultados também são muito promissores. Delgado-Floody et al. (2020) observaram mudanças

expressivas no  $VO_2\text{max}$ , e na PAS e diastólica (PAD) em pré-hipertensos e hipertensos, após 16 semanas de um protocolo de HIIT com 10 séries de 1 minutos com 90-100% da FC máxima (FC<sub>máx</sub>) (8-10 na escala de Borg). Svare Ehlers et al. (2020), utilizando um protocolo intermitente de tiros de duração e intensidade variáveis no que predominava a alta intensidade (>70% FC<sub>máx</sub>), conseguiram reduzir atividade simpática e PA em um grupo de hipertensos, porém sem melhoras no  $VO_2\text{max}$  após 6 semanas de treinamento.

Boa Sorte Silva et al. (2021), fizeram um estudo com pessoas idosas hipertensas e com comprometimento cognitivo, dessa forma combinaram intervenções de HIIT com treinamento cognitivo (tiros de 4 minutos progressivos a 80-95% da FC<sub>máx</sub>) e observaram as mesmas mudanças positivas na PAD e a aptidão aeróbia entre HIIT e o grupo de treinamento contínuo moderado, porém sem mudanças na PAS e a função cognitiva global após 6 meses de treinamento (3 sessões/semana).

Já Ávila-Gandía et al. (2021), também em um estudo com pessoas hipertensas, observaram as mesmas reduções positivas na PA ambulatorial, nos grupos de HIIT (75%-90% FC<sub>máx</sub>) e treinamento moderado (3 vezes/semana, durante 7 meses), combinando diferentes exercícios de força e resistência. Entretanto, estes autores ressaltam que o treinamento de HIIT teve uma aderência bem menor que o grupo de treinamento moderado, com 10 abandonos de um grupo inicial de 20 participantes.

Assim, ainda que os efeitos agudos e crônicos de diferentes protocolos de HIIT tenham revelado resultados positivos no controle da PA em indivíduos hipertensos, parece que esses resultados não são muito consistentes entre estudos, provavelmente pela diversidade de protocolos aplicados. Além disso, na literatura atual não foram encontrados dados dos efeitos cardiovasculares durante a sessão de exercícios, somente nos trabalhos de Costa et al. (2020) e Pimenta et al. (2019). Foi demonstrado que a PA, FC, DP e PSE de participantes praticando HIIT são mais elevadas comparadas ao treinamento contínuo de moderada intensidade, logo a resposta cardiorrespiratória está diretamente relacionada à intensidade do treinamento (COSTA et al., 2020; PIMENTA et al. 2019). De fato, o HIIT ainda não foi incluído nas diretrizes mais recentes para o tratamento não farmacológico da hipertensão arterial (MARKMAN FILHO et al., 2020; PELLICCIA et al., 2020).

Por outro lado, em busca de elucidar qual o melhor protocolo no aprimoramento do  $VO_2\text{max}$ , Oliveira-Nunes et al. (2021) realizaram uma meta-análise, abrangendo populações variadas, comparando HIIT e SIT em que consideraram o tempo de 60 segundos de esforço o ponto diferencial entre os protocolos, sendo HIIT maior e até cinco minutos, com intensidades próximas ao máximo, máximas ou acima do máximo e SIT abaixo desse tempo. Foi observado que a melhora da aptidão cardiorrespiratória foi semelhante entre os protocolos, deixando claro que a escolha entre eles deve ser feita a partir da preferência individual, assim como aspectos de condicionamento físico de cada um.

Do ponto de vista de HA, este tipo de protocolo SIT parece uma alternativa muito pertinente, pois, com uma adequada combinação de trabalho:pausa (BENÍTEZ-FLORES et al., 2018; BOULLOSA et al., 2021) será possível limitar a resposta cardiovascular ao exercício, reduzindo assim uma elevada PA durante sua execução, o que resultaria em maior segurança para os participantes. Além disso, a reduzida ativação glicolítica também resultaria em uma menor ativação do metaborreflexo (PEÇANHA et al., 2016), com a subsequente melhora da recuperação autonômica (BENÍTEZ-FLORES et al., 2018).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo primário**

- Verificar as respostas cardiovasculares durante e após uma sessão de treinamento intervalado de sprints super curtos de 5 segundos (sSIT) em participantes jovens e normotensos comparados a um treinamento intervalado com tiros mais longos de 20 segundos.

#### **3.2 Objetivos secundários**

- Caracterizar as respostas de PA, FC e DP durante e após protocolos SIT com tiros de 5 e 20 segundos equiparados em tempo;
- Comparar a recuperação autonômica com a RFC após sessões de treinamento com SIT de 5 e 20 segundos;
- Proporcionar base de dados para a realização de outros estudos com protocolo semelhante em população com hipertensão arterial.

## 4. MÉTODOS

### 4.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado cruzado com análise das respostas cardiovasculares agudas do exercício intervalado em homens jovens normotensos. Os participantes realizaram dois protocolos de exercício equiparados em volume, SIT com tiros de 5 segundos (sSIT) e com tiros de 20 segundos (SIT20).

As coletas foram realizadas em três encontros presenciais. Todos os participantes foram previamente orientados a ter uma boa noite de sono, estar acordado no mínimo 1 hora antes da aplicação do teste e dos protocolos, ingerir alimentos leves, não realizar exercício físico, vestir roupas adequadas para a prática de exercícios e não consumirem estimulantes ou depressores do sistema nervoso em todos os encontros.

No primeiro, cada participante passou por avaliação inicial, coleta de anamnese completa (anexo 1) e avaliação antropométrica, seguida por randomização aleatória para cada um dos grupos. No mesmo dia, participou da familiarização com o cicloergômetro Biotec 2100 (CEFISE) e foi submetido ao teste de esforço incremental. No segundo e terceiro encontros, foram aplicados os protocolos de treinamento intervalado, conforme descrito abaixo e de acordo com a randomização realizada previamente sem que os participantes soubessem qual seria o protocolo aplicado até o momento da intervenção. Antes e após o protocolo a massa corporal de cada participante foi aferida afim de obter dados indicativos de desidratação (MORALES-PALOMO, 2017).

Durante os protocolos os participantes foram monitorizados continuamente em FC através de dispositivo Polar, com anotação dos dados a cada dois minutos, assim como aferição de PA (método Korotkov) e coleta da PSE através da escala de Borg modificada. Após a finalização dos protocolos, os mesmos dados foram coletados a cada 15 minutos por 60 minutos. A RFC em 5 minutos e os valores de DP também foram avaliados.

### 4.2 População e Amostra

Foram convidados a participar homens adultos sem diagnóstico de hipertensão arterial, todos residentes na cidade de Campo Grande. O n amostral foi estabelecido com base na revisão da literatura.

#### 4.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os participantes foram recrutados neste estudo após atenderem aos seguintes critérios de inclusão: (1) homens; (2) idade entre 18-40 anos; (3) classificação do nível de atividade física como ativo ou muito ativo segundo o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ); (4) Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os participantes foram excluídos de acordo com os seguintes critérios: (1) comorbidades importantes, como insuficiência cardíaca  $\geq$  New York Heart Association (NYHA) I, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), comprometimento cognitivo (mini exame mental  $<27$  pontos) ou doença psiquiátrica, acidente vascular cerebral prévio, doença neuromuscular, asma, diabetes não controlada, doença vascular periférica, obesidade grau III, insuficiência renal de estágio  $> 2$  com taxa de filtração glomerular  $< 60$  mL/min/1,73 m<sup>2</sup>, apneia do sono, desnutrição (IMC  $< 18,4$  kg/m<sup>2</sup>), alterações musculoesqueléticas limitantes ou outras doenças que interfiram no desempenho do protocolo; (2) hipertensão primária ou secundária; (3) indivíduos com contraindicações para realizar um teste de esforço máximo limitado por sintomas (4) Não assinatura do TCLE.

#### 4.4 Locais de Pesquisa

As coletas de dados foram realizadas na Clínica Escola Integrada (CEI), do Instituto Integrado em Saúde (INISA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Laboratório de Estudos do Músculo Estriado (LEME). O local dispôs de termo de consentimento para utilização de infraestrutura.

#### 4.5 Consulta Inicial

Os participantes passaram por uma anamnese completa, dados antropométricos e índice de massa corporal (IMC). Foi utilizada balança previamente calibrada (Modelo: 110 CH G, Welmy, Brasil) e fita métrica.

A PA em repouso foi aferida com o participante posicionado em sedestação, com pés e tronco apoiados, membro superior esquerdo em extensão com apoio e ao nível do coração. Foi escolhido método Korotkov. Foram realizadas 3-5 aferições, com intervalo de 2 minutos entre elas, para obter no mínimo de três medidas de PA com  $<5$  mmHg de diferença (MARKMAN et al., 2020).

#### 4.6 Teste incremental

O Teste Incremental foi conduzido na Clínica Escola Integrada (CEI), no Laboratório de Estudos do Músculo Estriado (LEME). Esse teste foi realizado para determinar a intensidade em que cada participante atinge a FCmax e o VO<sub>2</sub>max, assim como determinar as cargas que serão utilizadas nos protocolos, além de fornecer um critério de segurança para a realização dos protocolos. Os participantes foram estimulados a pedalar 60 ciclos/min, após 2 minutos de repouso e 2 minutos de aquecimento, em direção à carga máxima de tolerância do esforço, ou seja, quando não conseguirem pedalar por mais de 10 segundos, abaixo de 50 ciclos/min, sob estímulo do examinador e apresentarem sinais subjetivos de intensa exaustão. A carga no modelo de cicloergometro utilizado é controlado através de peso, num sistema de polias. O teste foi iniciado com 0,5kg e foi elevada em 0,5kg a cada minuto, o que equivale a 30W/min. O VO<sub>2</sub> respiração a respiração foi medido por meio de um analisador metabólico portátil VO<sub>2</sub> Master Pro (VO<sub>2</sub> Master Health Sensors Inc., Vernon, BC, Canada) calibrado e higienizado antes de cada teste.

Além disso, os critérios para descontinuar o teste foram os indicados pela III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico (MENEGHELO et al., 2010): cansaço físico intenso (exaustão), dor torácica progressiva com o esforço, dispneia desproporcional ao esforço realizado e o surgimento de estertores pulmonares. Aspectos hemodinâmicos também foram monitorizados e os critérios de interrupção: elevação da PAS (>250mmHg), queda da PAS superior a 10mmHg, elevação da PAD (>120 ou 140mmHg).

Durante todo o teste, assim como durante a realização dos protocolos, o participante foi monitorizado quanto a FC (Polar Precision Performance; Polar Electro, Kem-skin, Finlândia) e a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) através de oximetria de pulso. Enquanto a PA foi aferida com a técnica auscultatória baseada no método de Korotkoff. A medida foi realizada na linha de base e a cada 2 minutos. A RFC foi analisada em repouso em posição sentado durante os 5 minutos seguintes ao teste, sendo considerada a diferença entre a FCpico e a cada minuto em repouso (TONELLO et al., 2016; BOULLOSA et al., 2014; BENITEZ-FLORES et al., 2018; DEL ROSSO et al., 2017). Os momentos de coleta de dados estão apresentados na Figura 1.

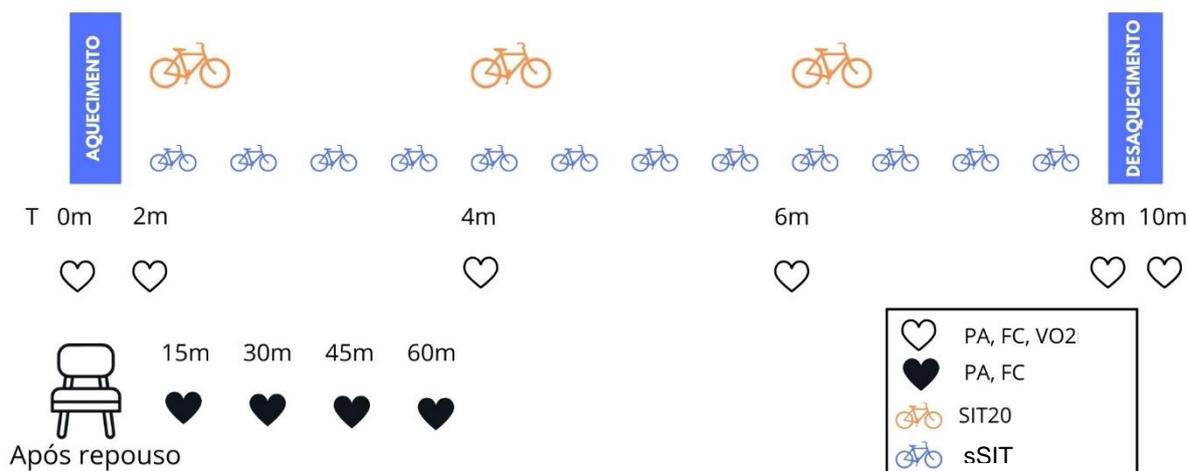


Figura 1: momentos de coleta dos dados durante e após os protocolos sSIT e SIT20. PA: pressão arterial; FC: frequência cardíaca; VO<sub>2</sub> – consumo de oxigênio.

## 4.7 Protocolos de treinamento

### 4.7.1 SIT 5

A sessão de treinamento foi realizada em cicloergômetro, composta por 12 tiros de 5 segundos na máxima velocidade tolerada (mínimo de 60rpm) e carga máxima encontrada no teste incremental sob estímulo verbal do avaliador, intervalados com 30 segundos de repouso ativo, além de 2 minutos de aquecimento e desaquecimento.

### 4.7.2 SIT 20

O protocolo de SIT20 foi realizado em cicloergômetro, composto por 3 tiros de 20 segundos na máxima velocidade tolerada (mínimo de 60rpm) e carga máxima encontrada no teste incremental sob estímulo verbal do avaliador, intervalados com 120 segundos de repouso ativo, além de 2 minutos de aquecimento e desaquecimento.

## 4.9 Análise estatística

Após verificar a normalidade dos dados através do teste Shapiro-Wilk, todos os parâmetros serão apresentados em média e desvio padrão ou mediana e 1º e 3º quartis. Um ANOVA de medidas repetidas com os fatores grupo e momento será aplicada para verificar as diferenças significativas, seguida por eta quadrado parcial ( $\eta^2_p$ ) para cálculo do tamanho de efeito. com o teste de Bonferroni para verificar as diferenças caso a caso. No caso de medidas que não estejam dentro dos parâmetros de normalidade, foi realizado teste de Friedman para comparação dos momentos e Wilcoxon para comparação entre os grupos. O teste de correlação de Pearson será

utilizado para verificar as associações entre as variáveis dependentes e independentes e teste t de student para medidas absolutas. O nível de significância será fixado em 5%.

## 5. RESULTADOS

Os participantes (n=10) foram recrutados através de ampla divulgação nas redes sociais, seguidos pela aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em modo on-line para triagem do nível de atividade física dos interessados (KURTH; KLENOSKY, 2021). Ao todo, 33 homens responderam ao questionário, sendo que os classificados como sedentários (n=1) e insuficientemente ativos (n=4) foram excluídos do projeto, enquanto os ativos (n=13) e muito ativos (n=15) foram convidados a participar das etapas seguintes de forma presencial.

Dentre os 28 participantes que atenderam aos critérios de inclusão, oito apresentaram indisponibilidade de horário para atender aos encontros; dois, lesão musculoesquelética prévia ao estudo; um, previamente hipotenso e sintomático aos esforços; um, fazia uso de medicamento neurodepressor; um, apresentou doença aguda no período das coletas. Dos 15 participantes que agendaram a consulta inicial, cinco não compareceram (Figura 2). A idade média dos participantes foi  $28,2 \pm 5,8$  anos.

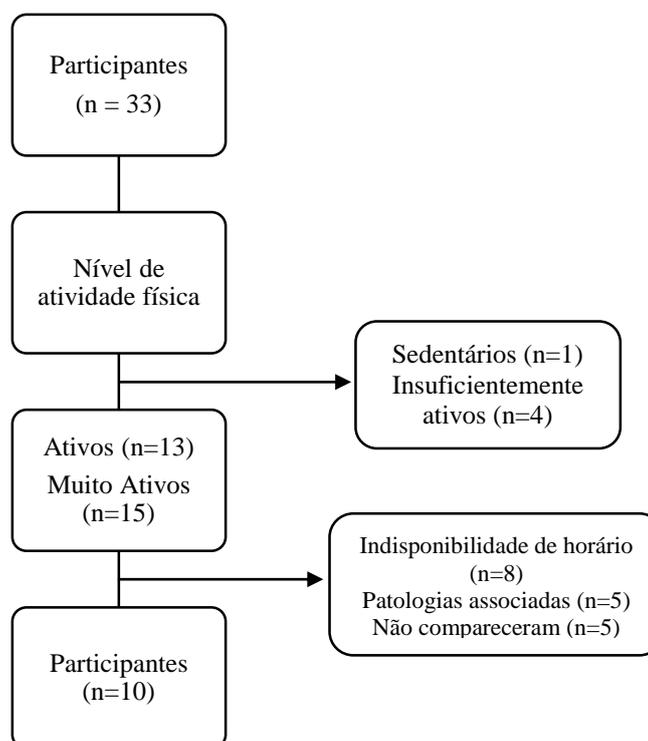


Figura 2: fluxograma dos participantes incluídos na pesquisa.

### 5.1 Massa Corporal

Os participantes foram avaliados quanto a massa corporal antes e após o protocolo, sendo as médias no sSIT respectivamente  $83\pm 16,5\text{kg}$  e  $82,8\pm 16,4\text{kg}$  ( $p=0,043$ ) e no SIT20  $83\pm 16,5$  e  $83\pm 16,4\text{kg}$  ( $p=0,774$ ). Logo, houve diferença somente no grupo sSIT.

### 5.2 Frequência Cardíaca (FC)

A FC dos participantes apresentou diferença entre os momentos de análise ( $p<0,001$ ;  $\eta_p^2=0,843$ ), sem interação entre momento e protocolo ( $p=0,863$ ;  $\eta_p^2=0,028$ ) ou diferença entre os protocolos ( $p=0,526$ ;  $\eta_p^2=0,023$ ). O comportamento observado foi de aumento da FC a partir de 2 minutos de protocolo, ainda no aquecimento, com estabilização entre 4 e 10 minutos. Na primeira avaliação após o término do exercício, 15 minutos, já pode ser observada um FC menor do que durante o esforço e com 60 minutos após o protocolo a FC voltou ao basal (Figura 3).

Quanto à FC<sub>pico</sub> durante o protocolo, o sSIT atingiu  $162\pm 20\text{bpm}$  e SIT20  $157\pm 21,3\text{bpm}$ , sem diferença entre os grupos ( $p=0,475$ ). Enquanto isso, a média da FC<sub>max</sub> observada no teste incremental foi  $174,6\pm 15,7\text{bpm}$ , sendo que o grupo sSIT alcançou  $93,43\pm 11,11\%$  e SIT20  $89,19\pm 6,92\%$  sem diferença entre os grupos ( $p=0,346$ ). Por sua vez, a FC<sub>max</sub> estimada pela idade dos participantes foi de  $188,27\pm 4,08\text{bpm}$  sendo que no grupo sSIT os participantes alcançaram  $86\pm 10,4\%$  e SIT20  $82,85\pm 10,81\%$  também sem diferença entre os grupos ( $p=0,462$ ).

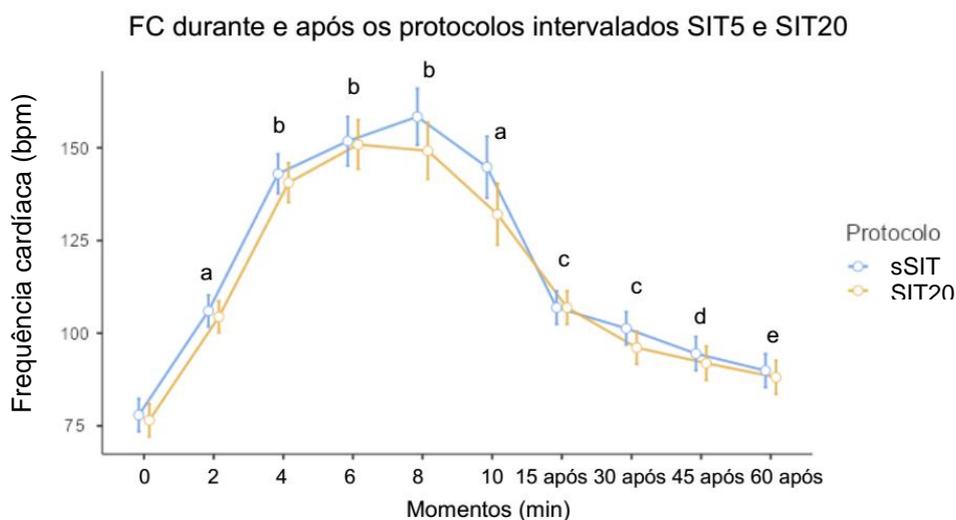


Figura 3: Análise da frequência cardíaca dos participantes durante e após os protocolos sSIT e SIT20. a:  $\neq 0$  ( $p < 0,001$ ); b:  $\neq 0$  e 2 ( $p < 0,001$ ); c:  $\neq 0, 4, 6, 8$  e 10 ( $p < 0,001$ ); d:  $\neq 0, 4, 6, 8, 10$  e 15 após ( $p < 0,001$ ); e:  $\neq 4, 6, 8, 10, 15$  após e 30 após ( $p < 0,001$ ).

### 5.3 Recuperação da frequência cardíaca (RFC)

A RFC foi analisada a cada minuto nos 5 minutos seguintes ao término do protocolo (figura 4). Conforme esperado, a cada minuto, maior a RFC e novamente não houve diferença entre os protocolos ( $p=0,714$ ). Houve correlação positiva entre a FCpico e a RCF nos 2 minutos ( $p=0,003$ ,  $r=0,636$ ), 3 minutos ( $p<0,001$ ,  $r=0,699$ ), 4 minutos ( $p=0,002$ ,  $r=0,661$ ) e 5 minutos ( $p<0,001$ ,  $r=0,679$ ).

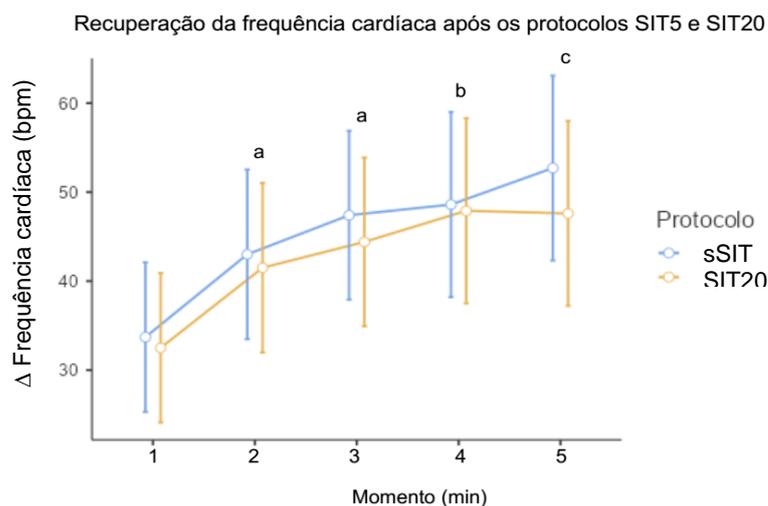


Figura 4: Frequência cardíaca de recuperação (FCpico-FC no momento) dos participantes em nos protocolos sSIT e SIT20. a:  $\neq 1$  ( $p<0,001$ ); b:  $\neq 1$  e 2 ( $p<0,001$ ); c:  $\neq 1$ , 2 e 3 ( $p\leq 0,002$ ).

### 5.4 Pressão arterial sistólica (PAS)

Conforme apresentado na figura 5, a PAS teve um incremento ao longo do tempo, atingindo pico em 8 minutos. Em repouso, 30 minutos após o protocolo, os valores retornaram a um valor equivalente ao basal e com 45 minutos e 60 minutos estavam abaixo desse, indicando que houve HPE.

Por sua vez, o protocolo SIT20 está apresentado na figura 6. Apesar do comportamento semelhante, observa-se que nesse protocolo nos 15 minutos após o exercício já houve recuperação da PAS ao valor basal, porém, não houve nenhum valor significativamente abaixo desse. Não houve diferença na comparação entre os grupos ( $p\geq 0,187$ ).

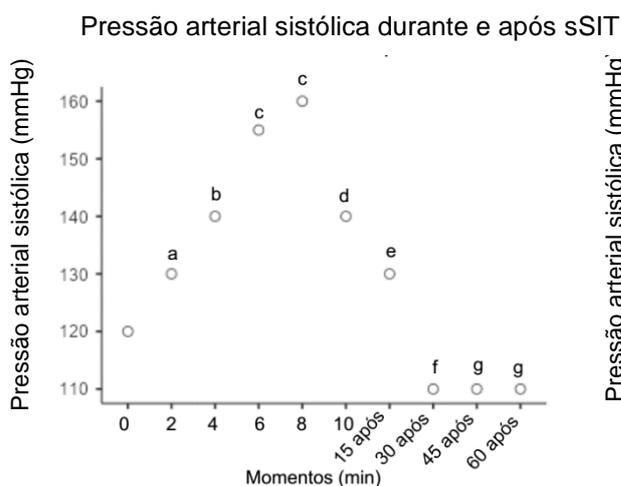


Figura 5: Pressão arterial sistólica dos participantes durante o protocolo sSIT. a:  $\neq 0$  ( $p \leq 0,015$ ); b:  $\neq 0$  e 2 ( $p \leq 0,015$ ); c:  $\neq 0$ , 2 e 4 ( $p \leq 0,02$ ); d:  $\neq 0$ , 2, 4 e 6 ( $p < 0,02$ ); e:  $\neq 0$ , 4, 6, 8 e 10 ( $p \leq 0,02$ ); f:  $\neq 2$ , 4, 6, 8, 10 e 15 após ( $p < 0,02$ ); g:  $\neq 0$ , 2, 4, 6, 8, 10, 15 após ( $p < 0,02$ ).

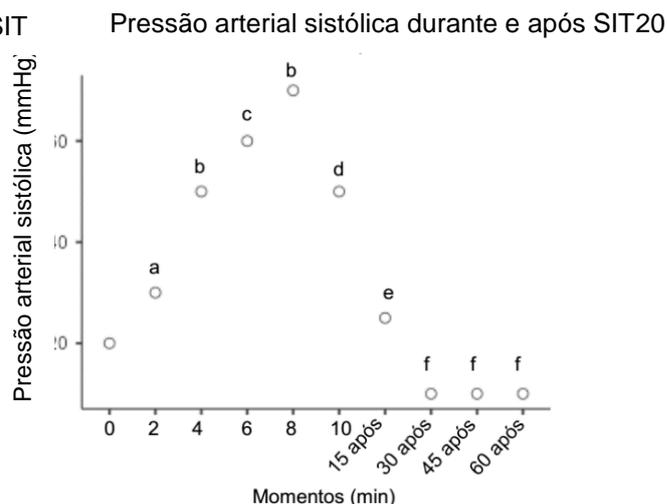


Figura 6: Pressão arterial sistólica dos participantes durante o protocolo SIT20. a:  $\neq 0$  ( $p \leq 0,003$ ); b:  $\neq 0$  e 2 ( $p \leq 0,003$ ); c:  $\neq 0$ , 2 e 4 ( $p \leq 0,04$ ); d:  $\neq 0$ , 2 e 6 ( $p \leq 0,04$ ); e:  $\neq 4$ , 6, 8 e 10 ( $p < 0,04$ ); f:  $\neq 2$ , 4, 6, 8, 10 e 15 após ( $p < 0,04$ ).

### 5.5 Duplo produto (DP)

O DP dos participantes (figura 7) apresentou-se em forma gaussiana, conforme esperado, diferença entre os momentos ( $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,838$ ), com aumento a partir do 2min, ainda no aquecimento. Após 45 minutos de protocolo os valores retornaram ao basal. Não houve diferença entre os protocolos ( $p = 0,75$ ;  $\eta_p^2 = 0,525$ ), ou entre momento e protocolo ( $p = 0,833$ ;  $\eta_p^2 = 0,031$ ).

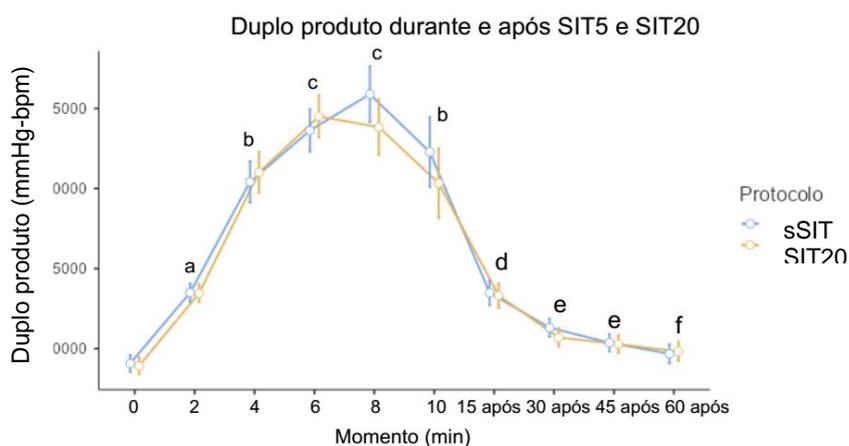


Figura 7: Duplo produto dos participantes durante os protocolos sSIT e SIT20. a:  $\neq 0$  ( $p < 0,001$ ); b:  $\neq 0$  e 2 ( $p \leq 0,004$ ); c:  $\neq 0$ , 2 e 4 ( $p \leq 0,034$ ); d:  $\neq 0$ , 4, 6, 8, 10 ( $p < 0,004$ ); e:  $\neq 2$ , 4, 6, 8, 10 e 15 após ( $p \leq 0,034$ ); f:  $\neq 2$ , 4, 6, 8, 10, 15 após e 30 após ( $p \leq 0,034$ ).

## 5.6 Consumo de oxigênio ( $VO_2$ )

O  $VO_2$  foi diferente entre os momentos ( $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,765$ ) e está apresentado na figura 8, com valores ascendentes do início do protocolo até os 8 minutos, último momento do protocolo, e queda ao final do desaquecimento (10 minutos). Não houve diferença entre os protocolos ( $p = 0,750$ ;  $\eta_p^2 = 0,0057$ ). O  $VO_{2max}$  alcançado no teste incremental foi de  $40,6 \pm 10,2 \text{ mL O}_2/\text{min}$  e os participantes atingiram 85,5% no sSIT e 78,5% no SIT20, sem diferença entre os grupos ( $p = 0,361$ ).

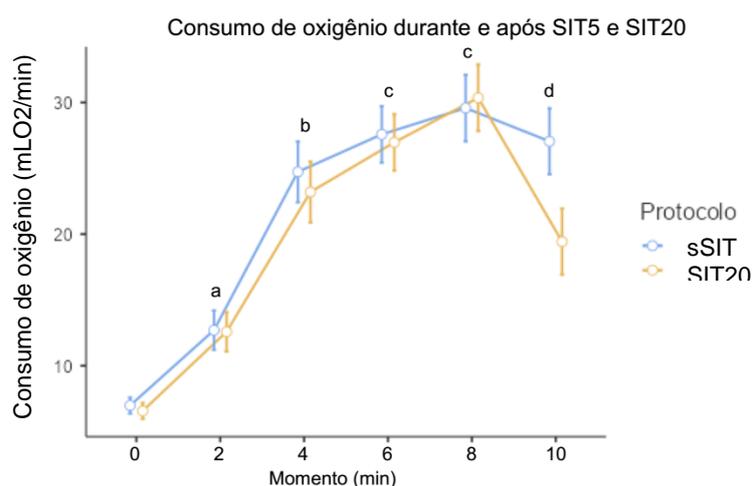


Figura 8: Consumo de oxigênio dos participantes durante os protocolos sSIT e SIT20. a:  $\neq 0$  ( $p < 0,001$ ); b:  $\neq 2$  ( $p < 0,001$ ); c:  $\neq 0, 2$  e  $4$  ( $p \leq 0,013$ ); d:  $\neq 0, 2, 4$  e  $8$  ( $p < 0,009$ ).

## 6. Discussão

O presente estudo comparou as respostas agudas dos protocolos de treinamento intervalados com tiros de 5 e 20 segundos, aqui nomeados sSIT e SIT20. Foi observada semelhança entre os protocolos, com resposta cardiovascular em curva gaussiana, sendo o pico no último tiro, em 8 minutos. Em destaque, a PAS reduziu mais rapidamente no protocolo SIT20, com retorno ao basal após 15 minutos de repouso, porém, somente o sSIT foi capaz de produzir HPE dentro de 60 minutos. As hipóteses iniciais foram parcialmente confirmadas, visto que os resultados sugerem que os protocolos sejam seguros, mas, tiveram repostas semelhantes, e a HPE foi observada somente no sSIT. Somente 1 participante apresentou sintomas após a realização do protocolo com sensação de náuseas e vertigem, com recuperação espontânea em repouso.

Os achados do presente estudo não foram compatíveis com os observados por Benitez-Flores et al. (2018), que encontraram aparente superioridade no protocolo sSIT comparado ao SIT20 em FC,  $VO_2$  e RFC. Por outro lado, o estudo de Mckie et

al. (2018) comparou diferentes protocolos de SIT, incluindo tiros de 5 segundos, e observou que todos foram eficazes em melhorar o  $VO_2$  dos participantes de forma semelhante, sugerindo que alcançar velocidade de pico durante os esforços pode ser um fator importante nas adaptações fisiológicas.

Da mesma forma, a similaridade observada nos resultados aqui apresentados demonstra que ambos os protocolos foram eficazes em produzir os resultados cardiovasculares propostos. Ainda que haja uma tendência em assumir que o sSIT atingiu intensidades mais altas, observadas pela porcentagem da  $FC_{max}$  alcançadas durante o exercício, assim como aconteceu no estudo de Benitez-Flores et al (2019), essa diferença não se comprovou estatisticamente no presente estudo.

Por sua vez, ainda que em altas intensidades, a segurança dos protocolos foi avaliada a partir do DP, que apresentou uma elevação esperada durante o exercício e retornou aos valores basais após 30 minutos de repouso, mantendo-se dentro dos valores considerados seguros. Outros estudos comparando treinamento contínuo de moderada intensidade e HIIT observaram que a alta intensidade esteve associada a maiores valores de DP, porém, sem causar risco em participantes hipertensos (VIEIRA-SOUZA et al. 2023, PIMENTA et al. 2019, CARVALHO et al. 2015). Sendo que Vieira-Souza et al. (2023) avaliaram as respostas cardiovasculares dos participantes durante 20 horas após o exercício através do Monitor Ambulatorial de Pressão Arterial (MAPA), e o HIIT desencadeou menor sobrecarga cardíaca nesse período, indicando mais um benefício dessa modalidade.

Em contrapartida, a HPE é utilizada como marcadora de eficiência na redução da PA induzida por exercícios (MACDONALD, 2002; MARÇAL et al., 2021) e protocolos com alta intensidade demonstraram superioridade comparados aos de moderada intensidade (FERRARI & MARTINS et al., 2020; PERRIER-MELO et al. 2020). Entretanto, nesse estudo, somente o protocolo sSIT causou HPE. Estudos anteriores correlacionaram altos valores basais de PA com maiores reduções na PA e HPE (CARPIO-RIVERA et al., 2016) o que pode ter limitado os achados aqui descritos, visto que a amostra foi composta por participantes normotensos. Não foram encontrados outros trabalhos que apresentaram o efeito do SIT super curto na PA, seja de participantes normotensos ou hipertensos.

Ademais, outro fator limitante observado nesse estudo é que apesar dos esforços de homogeneizar a amostra, a aplicação do questionário IPAQ pode não ter sido suficiente como triagem de aptidão física, em estudos futuros, pode ser realizada a aplicação do questionário e acrescentado um valor limite de VO<sub>2</sub>max como critério de inclusão, caracterizando melhor a amostra. Ainda, o baixo n pode ter interferido nos resultados. Dessa forma, mais estudos devem ser realizados visando melhor descrever os protocolos de SIT super curtos.

## 7. Conclusão

Conclui-se que protocolos de exercícios com sprints de 5 e 20 segundos promovem respostas hemodinâmicas de forma semelhante em indivíduos jovens normotensos e fisicamente ativos, sendo que somente o sSIT foi capaz de produzir HPE. Além disso os dois protocolos se demonstraram seguros para treinamento nesta população.

## 8. REFERÊNCIAS

AREFIRAD, T. et al. Effect of exercise training on nitric oxide and nitrate/nitrite (NOx) production: A systematic review and meta-analysis. **Frontiers in physiology**, v. 13, 2022.

ÁVILA-GANDÍA, V. et al. High versus low-moderate intensity exercise training program as an adjunct to antihypertensive medication: A pilot clinical study. **Journal of personalized medicine**, v. 11, n. 4, p. 291, 2021.

BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 4, n. 6, p. 381–394, 1987.

BARROSO, W. K. S. et al. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial – 2020. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.

BEDI, M.; JAIN, N.; VARSHNEY, V. P. A study of post exercise hypotension in normotensive offspring of hypertensives after acute exercise. **The Indian journal of medical research**, v. 158, n. 3, p. 311, 2023.

BENÍTEZ-FLORES, S. et al. Shorter sprints elicit greater cardiorespiratory and mechanical responses with less fatigue during time-matched sprint interval training (SIT) sessions. **Kinesiology (Zagreb, Croatia)**, v. 50, n. 2, p. 137–148, 2018.

BOULLOSA, D. et al. Effects of short sprint interval training on aerobic and anaerobic indices: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 32, n. 5, p. 810–820, 2022.

CARPIO-RIVERA, E. et al. Acute effects of exercise on blood pressure: A meta-analytic investigation. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, 2016.

- COCKS, M. et al. Sprint interval and endurance training are equally effective in increasing muscle microvascular density and eNOS content in sedentary males. **The journal of physiology**, v. 591, n. 3, p. 641–656, 2013.
- FACIOLI, T. DE P. et al. Effect of physical training on nitric oxide levels in patients with arterial hypertension: An integrative review. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, 2021.
- FERRARI, F.; MARTINS, V. M. Exercício intervalado de Alta intensidade versus exercício contínuo: Há diferença na magnitude de redução da pressão arterial? **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 115, n. 1, p. 15–16, 2020.
- GILLEN, J. B. et al. Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. 1-14, 2016.
- GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 39, n. 3, p. 409–412, 2014.
- GILLIS, C. et al. Effects of nutritional prehabilitation, with and without exercise, on outcomes of patients who undergo colorectal surgery: A systematic review and meta-analysis. **Gastroenterology**, v. 155, n. 2, p. 391- 410.e4, 2018.
- HUAQUÍA-DÍAZ, A. M. et al. Multimorbidity in Latin America and the Caribbean: a systematic review and meta- analysis. **BMJ Open**, v. 11, 2021.
- HWANG, J. et al. The ability of energy recovery in professional soccer players is increased by individualized low-intensity exercise. **PloS one**, v. 17, n. 6, p. 1-12, 2022.
- KAMINSKY, L. A. et al. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease - The past, present, and future. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 62, n. 2, p. 86–93, 2019.
- KIANI, A. K. et al. Dietary supplements for improving nitric-oxide synthesis. **Journal of preventive medicine and hygiene**, v. 63, n. 2, p. E239-E245, 2022. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2766.
- KURTH, J. D.; KLENOSKY, D. B. Validity evidence for a daily, online-delivered, adapted version of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF). **Measurement in physical education and exercise science**, p. 1–10, 2020.
- LAVIE, C. J. et al. Exercise and the cardiovascular system: Clinical science and cardiovascular outcomes. **Circulation research**, v. 117, n. 2, p. 207–219, 2015.
- LÉGER, L. A. et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of sports sciences**, v. 6, n. 2, p. 93–101, 1988.
- LI, G.; LI, J.; GAO, F. Exercise and Cardiovascular Protection. Em: **Physical Exercise for Human Health**. Singapore: Springer Singapore, 2020. p. 205–216.
- MACDONALD, J. R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. **J Hum Hypertens**, v. 16, p. 225–36.

- MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The journal of physiology**, v. 595, n. 9, p. 2915–2930, 2017.
- MALACHIAS, M. et al. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 14 - Hypertensive Crisis. **Arq Bras Cardiol**, v. 107, p. 79–83, 2016.
- MARÇAL, I. R. et al. Post-exercise hypotension following a single bout of high intensity interval exercise vs. A single bout of moderate intensity continuous exercise in adults with or without hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. **Frontiers in physiology**, v. 12, p. 675289, 2021.
- MCKIE, G. L. et al. Modified sprint interval training protocols: physiological and psychological responses to 4 weeks of training. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 43, n. 6, p. 595–601, 2018.
- MENEGHELO, R. S. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, p. 1–26, [s.d.].
- METCALFE, R. S. et al. Affecting Effects on Affect: The Impact of Protocol Permutations on Affective Responses to Sprint Interval Exercise; A Systematic Review and Meta-Analysis of Pooled Individual Participant Data. **Frontiers in Sports and Active Living**. v. 4, p. 1, 2022. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.815555>
- METCALFE, R. S. et al. Extremely short duration interval exercise improves 24-h glycaemia in men with type 2 diabetes. **European journal of applied physiology**, v. 118, n. 12, p. 2551–2562, 2018.
- MIKO, H.-C. et al. Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit [Effects of Physical Activity on Health]. **Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))**, v. 82, n. S 03, p. S184–S195, 2020.
- MOGI, M. et al. Annual reports on hypertension research 2020. **Hypertension research: official journal of the Japanese Society of Hypertension**, v. 45, n. 1, p. 15–31, 2022.
- MONTEIRO, M. DE F.; SOBRAL FILHO, D. C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, p. 513–516, nov. 2004.
- MORALES-PALOMO, F. et al. Acute hypotension after high-intensity interval exercise in metabolic syndrome patients. **International journal of sports medicine**, v. 38, n. 07, p. 560–567, 2017.
- MULLER, P. T.; SARAIVA, E. F. Ventilatory inefficiency during graded exercise in COPD: A pragmatic approach. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 41, n. 1, p. 103–109, 2021.
- MYERS, J.; FROELICHER, V. F. Basic Exercise Physiology., Piolo SF. Em: **Exercise and the Heart**. [s.l.] Elsevier, [s.d.]. v. 2006p. 1–10.
- NAM, H. et al. Effect of maximal-intensity and high-intensity interval training on exercise capacity and Quality of Life in patients with acute myocardial infarction: a randomized controlled trial. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, 2023.

- NANCEKIEVILL, D. et al. The impact of sprint interval training with or without weight loss on substrate oxidation in adults: A secondary analysis of the i-FLEX study. **Physiological reports**, v. 11, n. 9, 2023.
- NOBRE, F. et al. PR. 6a Diretrizes de Monitorização Ambulatorial Da Pressão Arterial E 4a Diretrizes De Monitorização Residencial da Pressão Arterial. **Arq Bras Cardiol [Internet]**, v. 110, 2018.
- NYSTORIAK, M. A.; BHATNAGAR, A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. **Frontiers in cardiovascular medicine**, v. 5, 2018.
- OLHER, R. R. et al. Isometric exercise with large muscle mass improves redox balance and blood pressure in hypertensive adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 52, n. 5, p. 1187–1195, 2020.
- ORAL, O. Nitric oxide and its role in exercise physiology. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 61, n. 9, p. 1208–1211, 2021.
- PARK, S.-Y.; YANG, W.-H. Applied high-intensity interval cardio yoga improves cardiometabolic fitness, energetic contributions, and metabolic flexibility in healthy adults. **Frontiers in physiology**, v. 14, 2023.
- PEÇANHA, T. et al. Metaboreflex activation delays heart rate recovery after aerobic exercise in never-treated hypertensive men: Metaboreflex and heart rate recovery in hypertension. **The journal of physiology**, v. 594, n. 21, p. 6211–6223, 2016.
- PELLICCIA, A. et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. **Russian Journal of Cardiology**, v. 26, n. 5, p. 4488, 2021.
- PERRIER-MELO, R. J. et al. Efeito Agudo do Exercício Intervalado versus Contínuo sobre a Pressão Arterial: Revisão Sistemática e Metanálise. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 115, n. 1, p. 5–14, 2020.
- PREDEL, H.-G. Marathon run: cardiovascular adaptation and cardiovascular risk. **European heart journal**, v. 35, n. 44, p. 3091–3098, 2014.
- RAMOS, J. S. et al. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 5, p. 679–692, 2015.
- RELJIC, D. et al. Prevalence and predictors of dropout from high-intensity interval training in sedentary individuals: A meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 29, n. 9, p. 1288–1304, 2019.
- ROSSO, D.; NAKAMURA, S.; BOULLOSA, F. Y. Heart rate recovery after aerobic and anaerobic tests: is there an influence of anaerobic speed reserve? **J Sports Sci**, v. 35, 2017.
- SAANIJOKI, T. et al. Affective responses to repeated sessions of high-intensity interval training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 47, n. 12, p. 2604–2611, 2015.
- SATIROGLU, R. et al. Four-second power cycling training increases maximal anaerobic power, peak oxygen consumption, and total blood volume. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 53, n. 12, p. 2536–2542, 2021.

SHEPHERD, J. T. Circulatory response to exercise in health. **Circulation**, v. 76, n. 6 Pt 2, p. VI3-10, 1987.

SURI, R. S. et al. A simple exercise program for patients with end-stage kidney disease to improve strength and quality of life: Clinical research protocol. **Canadian journal of kidney health and disease**, v. 10, 2023.

THOMPSON, P. D. et al. Exercise and acute cardiovascular events: Placing the risks into perspective: A scientific statement from the American heart association council on nutrition, physical activity, and metabolism and the council on clinical cardiology. **Circulation**, v. 115, n. 17, p. 2358–2368, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.107.181485>>.

TIAN, D.; MENG, J. Exercise for prevention and relief of cardiovascular disease: Prognoses, mechanisms, and approaches. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2019, p. 1–11, 2019.

TONELLO, L. et al. Correlates of heart rate measures with incidental physical activity and cardiorespiratory fitness in overweight female workers. **Frontiers in physiology**, v. 6, p. 405, 2015.

TOWNSEND, L. K. et al. Modified sprint interval training protocols. Part II. Psychological responses. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 42, n. 4, p. 347–353, 2017.

VOLLAARD, N. B. J.; METCALFE, R. S. Research into the health benefits of sprint interval training should focus on protocols with fewer and shorter sprints. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 47, n. 12, p. 2443–2451, 2017.

WACLAWOVSKY, G. et al. Effects of different types of exercise training on endothelial function in prehypertensive and hypertensive individuals: A systematic review. **Arq Bras Cardiol**, v. 116, p. 938–947, 2021.

WHELTON, P. K. et al. PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: Executive summary: A report of the American college of cardiology/American Heart Association task. **Hypertension**, 2017.

WILLIAMS, B. et al. ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **Eur. Heart J**, 2018.

WOLFE, A. S. et al. Hourly 4-s sprints prevent impairment of postprandial fat metabolism from inactivity. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 52, n. 10, p. 2262–2269, 2020.

WU, Z.-J. et al. Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Experimental gerontology**, v. 150, n. 111345, p. 111345, 2021.

## ANEXO 1 – Ficha de anamnese

**ANAMNESE**

Nome completo \_\_\_\_\_

Telefone ( ) \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_ anos Sexo ( ) F ( ) M

Escolaridade \_\_\_\_\_ Profissão \_\_\_\_\_

Possui alguma condição de saúde? ( ) SIM ( ) NAO

Se sim, qual(is)?

Faz uso de algum medicamento contínuo? ( ) SIM ( ) NAO

Se sim, qual(is)?

Possui alguma limitação ao movimento ou locomoção? ( ) SIM ( ) NAO

Se sim, qual(is)?

Faz uso de cigarro? ( ) SIM ( ) NAO

Se sim, qual quantidade?

Consome bebidas alcoólicas? ( ) SIM ( ) NAO

Se sim, qual quantidade?

Pratica exercício físico? ( ) SIM ( ) NÃO

Como descreveria sua última noite de sono? ( ) BOA ( ) REGULAR ( ) RUIM ( )  
PÉSSIMA

Há quanto tempo foi sua última refeição?

Considera que foi um alimento ( ) LEVE ( ) MODERADO ( ) PESADO

**AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA**

Altura

Peso

IMC

Circunferência abdominal