



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – FCT  
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA.

EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NOS  
TECIDOS ÓSSEO E MUSCULAR DE RATOS ESPONTANEAMENTE HIPERTENSOS

Paulo Henrique Aleixo

**Presidente Prudente, Janeiro de 2020**

Paulo Henrique Aleixo

*EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NOS TECIDOS  
ÓSSEO E MUSCULAR DE RATOS ESPONTANEAMENTE HIPERTENSOS*

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências e Tecnologia de Presidente  
Prudente, no exame de Defesa do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Silva  
Camargo Filho.

**Presidente Prudente, Janeiro de 2020**

## FICHA CATALOGRAFICA

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A366e | <p data-bbox="469 685 722 723">Aleixo, Paulo Henrique</p> <p data-bbox="469 745 1181 925">Efeito do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade nos tecidos ósseo e muscular de Ratos Espontaneamente Hipertensos / Paulo Henrique Aleixo. -- Presidente Prudente, 2020<br/>64 p.</p> <p data-bbox="469 969 1200 1081">Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente<br/>Orientador: José Carlos Silva Camargo Filho</p> <p data-bbox="469 1126 1174 1238">1. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. 2. Hipertensão Arterial. 3. Ratos Espontaneamente Hipertensivos. 4. Tecido Muscular. 5. Osso e Ossos. I. Título.</p> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade nos tecidos ósseo e muscular de ratos espontaneamente hipertensos

**AUTOR:** PAULO HENRIQUE ALEIXO

**ORIENTADOR:** JOSÉ CARLOS SILVA CAMARGO FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em FISIOTERAPIA, área:  
Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS SILVA CAMARGO FILHO  
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. EVERTON ALEX CARVALHO ZANUTO  
Unoeste / Universidade do Oeste Paulista

Prof. Dr. ROBSON CHACON CASTOLDI  
Pesquisador

Presidente Prudente, 28 de janeiro de 2020

## **Dedicatória**

Dedico esta dissertação aos meus pais, irmãos, minha filha e à minha avó.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por mais uma conquista na minha vida, dentre todos os passos acadêmicos, esse certamente foi o maior. No entanto, assim como o ouro é testado no fogo, o conhecimento e a carreira profissional são testados por inúmeros desafios que encontramos todos os dias em uma Universidade. Porém, com a fé, podemos superar esses obstáculos e assim nos vitoriarmos e nos engrandecermos diante das dificuldades.

Agradeço aos meus pais terrenos, Cicero e Terezinha, que nunca mediram esforços para me encorajar e incentivar perante as dúvidas e desafios da minha vida. Não existe aconchego igual aos de Pai e Mãe, amo vocês.

Aos meus irmãos, Felipe e Vanessa, atenciosos e carinhosos, que sempre estiveram presentes em minha vida. Parte da minha formação e dignidade, certamente cabe a cada um de vocês.

A minha filha Jennifer, pois é por ela que eu sempre luto e não saio da guerra, mesmo em dias de tempestades.

Ao meu sogro e sogra que sempre acreditaram e me suportam até os dias de hoje, amo eles, sem eles muitas coisas não seriam possíveis.

A Suelen e Lionai, minhas parceiras, da sala de aula para a vida, que sempre puxaram minha orelha quando necessário e me alertavam sobre os prazos.

A família Zanuto, Prof. Everton e seus pais, Sr. Hernandes e Dona Cleuza, por me apoiarem e me orientar em caminho certo, por sempre acreditarem no meu potencial.

A todos os membros do laboratório de histologia e histoquímica, William Salles, Guilherme Ozaki, Thiago Alves, que sempre tiveram paciência em me ensinar mais de uma vez, não mediram esforços e sempre estiveram à disposição.

Ao professor Robson (Robgol) que mesmo sem me conhecer me aceitou para fazer parte dos grupos de estudos, me mostrou o que realmente é uma pesquisa experimental e me orienta até os dias atuais, obrigado pela paciência e carinho, você é o cara Robgol, o meu muito obrigado.

Aos membros da seção de Pós-Graduação, André e Cínthia. Muito obrigado pela ajuda e atenção.

Ao Departamento de Fisioterapia e Educação Física, em especial ao Professor Fabio Santos de Lira, pela ajuda e incentivo no estágio docente.

Ao Professor Luiz Carlos e Professor Zeca, por me aceitarem no curso de Pós Graduação sem mesmo me conhecerem, muito grato por esta oportunidade.

Ao Professor Everton Alex Carvalho Zanuto, que me instruiu no início da fisiologia e grupo de pesquisa e me fez ver um mundo novo em relação à ciência e a vida de forma geral, ao senhor Professor, meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

Por fim, ao Professor José Carlos Silva Camargo Filho (Zéca), que mesmo sem me conhecer, me abriu as portas do laboratório e me estendeu a mão em um momento que eu mais precisava. Nunca esquecerei a sua presença em minha formação como ser humano e Docente!

## **Epígrafe**

"Ciência sem religião é manca. Religião sem ciência é cega".

(Albert Einstein)

"Cuide da saúde mental de vocês".

(Robson Chacon Castoldi)

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Artigo I

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Protocolo de Treinamento.                           | 17 |
| Figura 2 – Software NIS-Elements D3.0 - SP7 - Nikon® .         | 17 |
| Figura 3 – Fibras musculares nos diferentes grupos de animais. | 18 |
| Figura 4 – Valores de mediana                                  | 18 |

### Artigo II

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Esteira adaptada para roedores. | 24 |
| Figura 2 – Protocolo de Treinamento        | 25 |
| Figura 3 – Conteúdo mineral ósseo          | 26 |
| Figura 4 – Área do tecido ósseo            | 27 |
| Figura 5 – Densidade mineral óssea         | 27 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Resultados da pressão arterial sistólica. | 19 |
| Tabela 2 – Resultados da pressão arterial sistólica  | 28 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                            |                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>ANOVA</b>               | Análise de Variância                       |
| <b>C</b>                   | Grupo SHR Sedentário                       |
| <b>CEUA</b>                | Comitê de Ética no Uso de Animais          |
| <b>CMO</b>                 | Conteúdo Mineral Ósseo                     |
| <b>DMO</b>                 | Densidade Mineral Óssea                    |
| <b>DXA</b>                 | Densitometria por Dupla Emissão de Raios-X |
| <b>GH</b>                  | Hormônio do Crescimento                    |
| <b>HAS</b>                 | Hipertensão Arterial Sistólica             |
| <b>HE</b>                  | Hematoxilina-eosina                        |
| <b>HIIT</b>                | High Intensity Interval Training           |
| <b>PA</b>                  | Pressão Arterial Sistólica                 |
| <b>SHR</b>                 | Ratos Espontaneamente Hipertensivos.       |
| <b>VO<sub>2</sub> pico</b> | Volume de Oxigênio pico                    |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| <b>m/min.</b> | Metros por minutos     |
| <b>μm</b>     | Micrometro             |
| <b>s</b>      | Segundo                |
| <b>mmHg</b>   | Milímetros de mercurio |

## Sumário

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Apresentação .....                                                   | 1  |
| 2. Resumo .....                                                         | 2  |
| 3. Abstract.....                                                        | 3  |
| 4. Introdução e Síntese da Bibliografia Fundamental.....                | 4  |
| 5. Artigo I .....                                                       | 6  |
| 6. Artigo II .....                                                      | 20 |
| 7. Considerações Finais .....                                           | 34 |
| 8. Referências Bibliográficas Introdutórias .....                       | 35 |
| 9. Anexo I: Artigo Traduzido Inglês .....                               | 37 |
| 10. Anexo II: Normas da Revista Motriz .....                            | 51 |
| 11. Anexo III: Normas da Revista Brasileira de Ciência do Esporte ..... | 57 |
| 12. Anexo IV: Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais.....        | 64 |

## **Apresentação**

Esta dissertação é composta por uma introdução geral e dois artigos científicos, originados de pesquisas no Laboratório de Histologia e Histoquímica do Departamento de Fisioterapia da FCT-UNESP - Presidente Prudente.

Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, os artigos foram redigidos de acordo com as normas dos periódicos da Revista Motriz (Anexo I) e Revista Brasileira de Ciência do Esporte (Anexo II).

### **Artigo I**

**Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade no tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos.** Paulo Henrique Aleixo; Robson Chacon Castoldi; Francilene Lima Agostinho De Souza; Thaoan Bruno Mariano; Guilherme Akio Tamura Ozaki; Thiago Alves Garcia, Lucas Silva Santos; Francis Lopes Pacagnelli; Regina Celi Trindade Camargo; José Carlos Silva Camargo Filho.

### **Artigo II**

**Resposta do Treinamento intervalado de alta intensidade no tecido ósseo de ratos espontaneamente hipertensos.** Paulo Henrique Aleixo; Robson Chacon Castoldi; Francilene Lima Agostinho De Souza; Thaoan Bruno Mariano; Guilherme Akio Tamura Ozaki; Thiago Alves Garcia; Lucas Silva Santos; Francis Lopes Pacagnelli; Regina Celi Trindade Camargo; José Carlos Silva Camargo.

## RESUMO

**Introdução:** A expectativa de vida vem aumentando e consequentemente a procura por uma melhor qualidade de vida. O treinamento físico atua de maneira adjuvante no controle e tratamento da Hipertensão Arterial Sistólica (HAS) uma vez que resulta em hipertrofia muscular e apresenta efeito dilatador dos vasos, resultando na diminuição da pressão sanguínea, facilitando a nutrição dos tecidos ósseos e musculoesqueléticos.

**Objetivos:** O objetivo do presente estudo foi observar e avaliar as variáveis do tecido ósseo e tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos submetidos ao Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT). **Método:** Foram utilizados 20 ratos machos, espontaneamente hipertensos (SHR), com 12 meses de idade, distribuídos em 2 grupos: Grupo SHR Controle (C) e Grupo SHR Treinamento (HITT). O treinamento teve duração de aproximadamente 50 minutos/dia, 5 dias/semana e duração de 8 semanas. Foi realizada a aferição da pressão arterial sistólica (PA) no início e ao final do experimento. Após 48 horas da última sessão de treinamento, os animais foram submetidos ao procedimento cirúrgico, para remoção do fêmur e da tíbia, as amostras foram analisadas na densitometria por dupla emissão de raios-X (DXA). O Gastrocnêmio medial foi utilizado para a mensuração do menor diâmetro das fibras. em seguida, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk seguido do teste Mann Whitney para a comparação entre medianas das fibras musculares. Para análise da PA foi utilizado a Análise de Variância – ANOVA seguido de teste Tukey. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** no tecido ósseo foi verificado que houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para a variável da Área do fêmur (2,07 vs 1,88 cm<sup>2</sup>). Além disso, as demais variáveis do fêmur e tíbia não sofreram alterações significativas ( $p > 0,05$ ). Já nas fibras musculares, foi observado que os valores de mediana para a variável “menor diâmetro” no grupo C foi de 29,51 (9,95)  $\mu\text{m}$  e no grupo HIIT 33,45 (9,44)  $\mu\text{m}$  ( $p < 0,05$ ). Os valores pressóricos apresentaram diminuição significativa ao final do experimento ( $p < 0,05$ ). **Conclusões:** O HIIT promoveu um aumento nos valores de mediana das fibras musculares dos animais. Além disso, no Fêmur, observou-se a diminuição significativa na área ( $p < 0,05$ ). Por fim, foi possível verificar a diminuição significativa dos valores de variação da pressão arterial ( $p < 0,05$ ).

**Palavras – Chave:** Treinamento Intervalado de Alta Intensidade; Hipertensão Arterial; Ratos Espontaneamente Hipertensivos; Tecido Muscular, Osso e Óssos.

## ABSTRACT

**Introduction:** Life expectancy has been increasing and, consequently, the search for a better quality of life. Physical training acts as an adjuvant in the control and treatment of hypertension, since it has a dilating effect on the vessels and muscle hypertrophy, resulting in a decrease in blood pressure, facilitating the nutrition of bone and skeletal muscle tissues. **Objectives:** To evaluate the effect of HIIT on bone and muscle tissue of spontaneously hypertensive rats, submitted to High Intensity Interval Training (HIIT). **Method:** Twenty spontaneously hypertensive rats (SHR), male, 12 months of age, were divided into two groups: Sedentary SHR Group (C) and Training SHR Group (HITT). The training lasted approximately 50 minutes/day, 5 days/week, for 8 weeks. Systolic blood pressure (BP) was measured at the beginning and end of the study. **Analysis:** 48 hours after the last training session, the animals were submitted to a surgical procedure, to remove from the femur and tibia, the samples were analyzed in densitometry by double emission of X-rays (DXA). The medial gastrocnemius muscle was used to measure the smallest diameter of the fibers, after which the Shapiro-Wilk normality test was performed, followed by the Mann Whitney test to compare the median muscle fibers. For analysis of BP, the Analysis of Variance - ANOVA was used, followed by the Tukey test. All procedures adopted the significance value of 5% ( $p < 0.05$ ). **Results:** in bone tissue it was found that there was a statistical difference ( $p < 0.05$ ) for the Femoral Area variable. Muscle fibers, the median values for the variable “smallest diameter” were 29.51 (9.95)  $\mu\text{m}$  in the C group and 33.45 (9.44)  $\mu\text{m}$  in the HIIT group ( $p < 0.05$ ). Pressure values showed a significant decrease at the end of the experiment. **Conclusions:** The present study found that HIIT promoted an increase in the median values of animal muscle fibers, and decrease in blood pressure.

**Key-words:** High Intensity Interval Training; Arterial Hypertension; Spontaneously Hypertensive Rats; bone Tissue; Muscle Tissue.

## **Introdução e Síntese da Bibliografia Fundamental**

Treinamento físico praticado regularmente é evidenciado como forma benéfica para a manutenção da saúde e prevenção de doenças. Inúmeras são as formas para realização dos treinamentos que podem ser realizados em locais abertos ou em salas de musculação (MATHIAS et al., 2019).

Contudo, existe uma preocupação relacionada com a saúde de uma maneira geral, tanto para os cofres públicos que custeiam medicamentos e tratamentos para diversos tipos de doenças, quanto para a sociedade que busca uma longevidade com qualidade de vida (LIMA et al., 2019). O gasto com a saúde pública é um problema que afeta os fatores econômicos do país, pois causa o aumento significativo nos gastos com medicamentos e internações, com isto, percebe-se a necessidade da criação de programas de saúde (MORIMOTO et al., 2019).

Nesse sentido, a qualidade de vida e a longevidade da população são discutidos, observando a necessidade de traçar estratégias que possam aumentar a expectativa de vida, diminuir os gastos com medicamentos e intervenções clínicas (DA SILVEIRA et al., 2013). É fato que indivíduos ativos possuem maior independência física, pois o treinamento promove maior força, mobilidade, equilíbrio, reduzindo assim os riscos de quedas, fraturas e tempos de hospitalização, contribuindo para gastos (SILVA, V. M. D et al., 2019).

Estratégias são criadas para aumentar o nível de treinamento das pessoas, pois se sabe que indivíduos sedentários ou com baixo nível de atividade física estão sujeitos a desenvolverem diversos tipos de doenças crônicas. (RADDI, 2011). A HAS está entre as doenças com maior risco de morbidades e mortalidade, devido isto diversos estudos são direcionados para avaliar e identificar as melhores formas de tratamento e de prevenção da HAS (JARDIM, 2018).

A população brasileira diagnosticada com HAS em 2006 foi de 22,5%, e em 2016 estes números subiram para 25,7% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). Estima-se que esta doença tenha sido responsável por mais de 7,1 milhões de mortes por ano (MORAES et al., 2019).

A HAS é caracterizada por aumento da pressão sanguínea na parede interna das artérias, que podem ser ocasionados por obstrução, vasoconstrição, enrijecimento das artérias, fato que aumenta o risco para a saúde do indivíduo, podendo acarretar em diversos problemas cardíacos, renais, periféricos e cerebral, comprometendo a qualidade

de vida (SCHOLZE, 2019). O aumento da HAS está associado a diversos fatores, como alimentação desequilibrada, inatividade física, sendo assim estes fatores são predisponentes para o aumento dessa doença causando diversos malefícios para a saúde (JARDIM et al., 2007).

Além disso, com o passar dos anos observa-se um declínio das atividades funcionais e metabólicas dos indivíduos, diante disto existe uma preocupação com as doenças degenerativas, outra doença silenciosa e não menos importante de se ressaltar é a desmineralização óssea (FECHINE; TROMPIERI, 2015). A desmineralização é uma doença óssea degenerativa, que gera diminuição nas propriedades do tecido ósseo, ocasionando assim uma porosidade e diminuindo a densidade mineral, deixando o tecido suscetível a fraturas com maior facilidade (TERZI et al., 2017).

A remodelação e manutenção do tecido ósseo é processo dinâmico e ocorre durante todo decorrer da vida, pois está relacionada a diversos fatores que geram uma sobrecarga óssea axial, tais como, composição corporal, massa magra, massa gorda, peso corporal, nível de atividade física (PIMENTA et al., 2019).

Com a musculatura esquelética preservada e fortalecida, maior sobrecarga poderá ser aplicada ao indivíduo, permitindo que os treinamentos físicos promovam aumento na densidade mineral óssea (DMO) (SILVA et al., 2014). Uma delas pode ser a hipertrofia na musculatura esquelética (CASTOLDI et al., 2013; CASTOLDI et al., 2015) e aumento da densidade mineral óssea no esqueleto através do treinamento (OZAKI et al., 2014).

Estratégias são desenvolvidas para diminuir o sedentarismo, dentre estas estratégias o “*High Intensity Interval Training*” (HIIT) ou treinamento intervalado de alta intensidade, que se baseia em exercícios com estímulos de alta intensidade, intercalados por pausas (WESTON et al., 2014). Por se tratar de exercícios de curta duração o HIIT vem sendo muito utilizado reduzindo o tempo total de treino, e gerando benéficos na composição corporal dos indivíduos (DE JESUS SIQUEIRA et al., 2017).

O HIIT é composto por estímulos curtos, porém de alta intensidade, gerando impacto e sobrecarga no sistema musculo esquelético, contribuindo com a remodelação óssea e a hipertrofia muscular. Com isto, o objetivo do estudo foi analisar o tecido muscular e ósseo e suas possíveis adaptações ao HIIT em ratos SHR.

**Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade no tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos**

Paulo Henrique Aleixo<sup>1</sup>, Robson Chacon Castoldi<sup>1</sup>, Francilene Lima Agostinho De Souza<sup>2</sup>, Thaoan Bruno Mariano<sup>2</sup>, Guilherme Akio Tamura Ozaki<sup>3</sup>, Thiago Alves Garcia<sup>3</sup>, Lucas Silva Santos<sup>4</sup>, Francis Lopes Pacagnelli<sup>2</sup>, Regina Celi Trindade Camargo<sup>1</sup>, José Carlos Silva Camargo Filho<sup>1</sup>.

1. Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho” (Campus Presidente Prudente), Brasil.
2. Departamento de Fisioterapia, Universidade do Oeste Paulista, Brasil.
3. Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
4. Departamento de Educação Física, Universidade do Oeste Paulista, Brasil.

Este estudo faz parte de uma Dissertação de Mestrado.

**Endereço para Correspondência:**

Paulo Henrique Aleixo  
Rua Roberto Simonsen, 305  
Bairro: Centro Educacional  
19060-900 - P. Prudente, SP  
Telefone: (18) 3229-5388  
Email: Aleixo99@hotmail.com

## RESUMO

### **Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade no tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos**

**Introdução:** O treinamento físico atua de maneira adjuvante no controle e tratamento da hipertensão arterial sistólica (HAS), uma vez que apresenta hipertrofia muscular, efeito dilatador dos vasos, podendo causar diminuição da pressão sanguínea. **Objetivos:** Avaliar o efeito do HIIT no tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos. **Método:** Foram utilizados 20 ratos machos, espontaneamente hipertensos (SHR), com 12 meses de idade, distribuídos em 2 grupos: Grupo SHR Controle (C) e Grupo SHR Treinamento (HITT). O treinamento teve duração de aproximadamente 50 minutos/dia, 5 dias/semana, durante 8 semanas. Foi realizada a aferição da pressão arterial sistólica (PA) no início e ao final do estudo. **Análises:** Foi utilizado o músculo Gastrocnêmico medial para a mensuração do menor diâmetro das fibras, após foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk seguido do teste Mann Whitney para a comparação entre medianas das fibras musculares. Para análise da PA foi utilizado a Análise de Variância – ANOVA seguido do pós teste de Tukey. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Após a mensuração das fibras musculares, foi observado que os valores de mediana para a variável “menor diâmetro” no grupo C foi de 29,51 ( $\pm 9,95$ )  $\mu\text{m}$  e no grupo HIIT 33,45 ( $\pm 9,44$ )  $\mu\text{m}$  ( $p < 0,05$ ). Os valores pressóricos apresentaram diminuição significativa ao final do experimento ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** Verificou-se que o HIIT promoveu um aumento nos valores de mediana das fibras musculares dos animais. Por fim, foi possível verificar a diminuição significativa dos valores de variação da pressão arterial ( $p < 0,05$ ).

**Palavras – Chave:** Treinamento Intervalado de Alta Intensidade; Hipertensão Arterial; Ratos Espontaneamente Hipertensivos; Tecido Muscular.

## Introdução

Atualmente cuidados relacionados ao controle da pressão arterial (PA) vêm sendo discutidos mundialmente. A hipertensão arterial (HAS) se mostra entre as doenças com maior relevância na população e está diretamente relacionada com alto índice de mortalidade<sup>1,2</sup>.

HAS foi o segundo mais importante fator de risco identificável, responsável por 10,4 milhões de mortes no mundo, diversos fatores contribuem para o desenvolvimento da HAS. Dentre esses, pode-se citar a hereditariedade, sexo, etnia, idade, alimentação, inatividade física e o estilo de vida sedentária<sup>3</sup>.

Este tipo de doença pode ser relacionado a diversos fatores como enrijecimento das artérias, causado pelo acúmulo de placa de ateroma em suas paredes, hipertrofia ventricular esquerda e alteração da frequência cardíaca<sup>4,5</sup>. Constantemente, evidências científicas têm mostrado que a atividade física é recomendada como forma de prevenção, tratamento e controle da HAS<sup>6</sup>.

Métodos convencionais, como fármacos, são utilizados para o tratamento da HAS. No entanto, o exercício físico atua de maneira adjuvante no controle da pressão, gerando adaptações ao estresse causado pelos exercícios e auxiliando na circulação periférica<sup>7</sup>. Dentre diferentes formas de exercício, a modalidade de *endurance* é comum na prescrição para o tratamento da HAS<sup>1</sup>.

Além disso, o treinamento físico está diretamente relacionado à oxidação da gordura, esta que é uma das fontes de energia utilizada pela musculatura esquelética. Nesse caso, durante o exercício, esta demanda energética é aumentada e os ácidos graxos são utilizados para suprir os gastos<sup>8</sup>.

No entanto, após o surgimento do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), estudos demonstraram que esta metodologia pode promover alterações fisiológicas semelhantes ou melhores às provocadas pelo exercício de baixa e média intensidades<sup>9</sup>.

O método HIIT consiste em uma técnica na qual o treinamento é utilizado em alta intensidade e curta duração, com pausa ativa ou passiva<sup>10</sup>. A preocupação, no entanto, é em relação ao público que pode utilizar este método, pois para pessoas com necessidades especiais ou grupo de risco, como hipertensos, o treinamento deve ser prescrito com maior precaução. Nesse sentido, devem-se estabelecer parâmetros fisiológicos de acordo com a necessidade do indivíduo<sup>11</sup>.

Por se tratar de uma forma intensa de exercícios, uma das opções é a utilização de estudos em modelo animal, que se caracteriza por demonstrar alto controle de variáveis e os resultados que podem ser extrapolados para seres humanos, preservando assim, a integralidade do indivíduo<sup>12</sup>.

Na utilização do HIIT, muitos métodos são adotados para se estabelecer parâmetros de segurança em relação ao controle ou a diminuição da PA. Este estudo pode corroborar com a literatura relacionando a hipertensão Arterial com o HIIT e seus efeitos na musculatura esquelética de hipertensos. Dessa forma, este estudo teve como finalidade avaliar o efeito do HIIT no tecido muscular de ratos espontaneamente hipertensos (SHR).

## **Método**

### **Amostra**

Foram utilizados 20 ratos machos, espontaneamente hipertensos (SHR), adultos, com 12 meses de idade e peso médio de 550 gramas. Os animais foram subdivididos em 2 grupos: Grupo SHR Controle (C) [n=10] e Grupo SHR Treinamento com HIIT (HIIT) [n=10].

Permaneceram em grupos de 5 animais por caixa (polietileno), com temperatura ambiente de (22±2°C) e luminosidade (ciclo claro/escuro de doze horas e ciclo invertido) controlados, com livre acesso à água e alimentação (ração para ratos de laboratório). A pesquisa foi desenvolvida obedecendo às normas e os princípios éticos de experimentação animal após aprovação do Comitê de Ética no uso de animais (CEUA - 4115).

### **Teste de Esforço**

Os animais foram submetidos inicialmente à adaptação ao treinamento que constituiu em corrida em esteira na velocidade de 6 metros por minuto (m/min.), com duração de 5 minutos, durante 5 dias. Após o período de adaptação, os animais foram submetidos ao teste de velocidade máxima para avaliar a capacidade física de cada animal.

O teste iniciou com a velocidade de 6m/min e incremento a cada 3 minutos de 3m/min até a exaustão de cada animal<sup>13,14</sup>. Os animais foram considerados exaustos quando não conseguiam correr mesmo após estimulação. A velocidade obtida no teste

determinou a prescrição do treinamento. Este protocolo foi realizado no início e após 4 semanas de treinamento<sup>14</sup>.

### **Treinamento HIIT**

O protocolo de treinamento foi realizado em 2 esteiras adaptadas para roedores (modelo TK 1, IMBRAMED), com aproximadamente 50 minutos/dia (40-60min.), 5 dias/semana totalizando 8 semanas. O treino foi realizado em ciclo invertido e adaptado de Haram *et al.*<sup>15</sup> e Moreira *et al.*<sup>16</sup> o mesmo ocorreu no horário das 14h às 14h50min.

Cada treino constituiu-se de três fases, sendo aquecimento, HIIT e desaquecimento. O aquecimento foi de 5 minutos a 60% da velocidade de exaustão. O HIIT foi iniciado com 95% da velocidade atingida no teste de exaustão (21m/min) por 4 minutos, intercalados por 65% da velocidade de exaustão por 3 minutos. O treino foi repetido por cinco vezes durante a primeira e segunda semanas.

Na terceira e quarta semanas, o protocolo de HIIT foi realizado com a mesma velocidade da primeira semana (95% da velocidade de exaustão), entretanto, repetidos por 6 e 7 vezes por sessão, consecutivamente. Após o término da quarta semana de treinamento, foi realizado novo teste para reavaliar a velocidade de exaustão e a carga de treino foi reajustada.

Na quinta e sextas semanas, o treinamento com HIIT foi realizado com protocolo adaptado e os animais foram submetidos a velocidade de 23m/min por 4 minutos, intercalados a 12m/min por três minutos, repetidos por 7 vezes.

Na sétima semana houve um aumento na velocidade do HIIT correspondente a 15% e na oitava semana de 18% da velocidade máxima, realizado por 4 minutos, intercalados a 65% da velocidade máxima por três minutos, repetidos 7 vezes<sup>15,16</sup>. Os detalhes do HIIT e o desenho experimental são descritos abaixo<sup>17</sup> (Figura 1).

\*\*\* Inserir Figura 1 Aqui\*\*\*

### **Pressão Arterial Sistólica**

Foi utilizado o método de pletismografia de cauda para obter o controle pressórico. A pressão arterial sistólica foi verificada com uso do manguito de cauda (narco bio system®, modelo 709-0610, International Biomedical, Inc, EUA), antes e após o período de treinamento. A diferença dos valores de pressão foi obtida por meio da média PA e do valor de delta  $\Delta$ : (valor final - valor inicial).

### *Tecido Muscular*

Após 48 horas do termino do experimento, os animais foram eutanasiados com overdose de anestésicos. Em seguida, foi extraído o músculo Gastrocnêmico Medial e imerso em solução de formol a 10% <sup>12</sup>. Após este procedimento, o tecido muscular foi emblocado em parafina para a realização dos cortes histológicos.

Os cortes de 5µm foram produzidos de forma transversal, na porção ventral do músculo, em micrótomo rotativo, coletados em lâminas e em seguida, corados pela hematoxilina-eosina (HE) para uma análise geral da estrutura dos músculos<sup>18</sup>.

### *Microscopia Ótica*

Os cortes foram submetidos às reações histoquímicas e colorações por hematoxilina-eosina (HE) e observados em luz normal e fotomicrografados com aumento de 10X no microscópio da marca Nikon®, modelo H550S. Para a análise das imagens foi utilizada uma câmera fotográfica Infinity 1. As marcações para a determinação do menor diâmetro da fibra muscular passando-se pelo centro foram feitas com o software (AuxioVisionRel 4.8 - Carl Zeiss® e NIS-Elements D3.0 - SP7 - Nikon®). Foram produzidos 10 cortes de 5µm e mensurado 120 fibras musculares por animal, de acordo com o protocolo estabelecido por Dubowitz<sup>19</sup>.

Após a obtenção das imagens das fibras musculares, foi mensurado o menor diâmetro das fibras musculares como ilustra a figura abaixo<sup>20</sup>.

\*\*\* Inserir Figura 2 Aqui \*\*\*

### *Análise Estatística*

Após a obtenção dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk seguido do teste Mann Whitney para a comparação entre medianas das fibras musculares. Para análise da PA foi utilizado a Analise de Variância – ANOVA seguido de teste Post Hoc. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Com coloração por hematoxilina-eosina (HE) foi possível analisar distintas morfologias, sendo as células musculares (setas escuras) e os núcleos celulares (setas claras) entre os diferentes grupos de animais (Figura 3).

\*\*\* Inserir Figura 3 Aqui \*\*\*

Foi verificado aumento significativo nos valores de mediana, para a variável “menor diâmetro” no grupo HIIT 33,45 ( $\pm 9,44$ )  $\mu\text{m}$  em comparação ao grupo C 29,51 ( $\pm 9,95$ )  $\mu\text{m}$  (Figura 4).

\*\*\* Inserir Figura 4 Aqui \*\*\*

Por fim, os valores pressóricos apresentaram diminuição significativa entre os grupos, quando comparados no início e ao final do experimento ( $p < 0,05$ ). (Tabela 1).

\*\*\* Inserir Tabela 1 Aqui \*\*\*

## Discussão

O presente estudo verificou que o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) promoveu o aumento significativo nos valores de mediana da variável menor diâmetro nas fibras musculares do Gastrocnêmio Medial de ratos espontaneamente hipertensos (SHR) ( $p < 0,05$ ). Além disso, foi possível notar diminuição significativa da pressão arterial sistólica ( $p < 0,05$ ).

As adaptações na musculatura da panturrilha geram importantes efeitos no retorno venoso e consequentemente, na pressão arterial. Tais ganhos na musculatura são importantes quando se trata de hipertensão arterial, pois a hipertrofia muscular promove maior vascularização nos tecidos, devido ao aumento de números de vasos sanguíneos (angiogênese), fato que possibilita melhor troca gasosa e de substratos energéticos como a gordura<sup>21</sup>.

Lima et al.<sup>22</sup> avaliaram a musculatura da bomba hemodinâmica (Tríceps Sural) de uma paciente diagnosticada há 21 anos com insuficiência venosa crônica, concluíram

que o fortalecimento desta região pode melhorar a qualidade de vida e autonomia de indivíduos com esta enfermidade.

Vale ressaltar que em nosso protocolo foi constatada hipertrofia muscular e diminuição significativa da pressão arterial entre os grupos de animais, comumente ao estudo realizado por Borges<sup>23</sup> que analisou as pressões sistólicas, diastólicas e a frequência cardíaca de ratos saudáveis. Seu protocolo foi constituído por uma única sessão de treinamento e em seus achados foi possível observar que após uma única sessão de treinamento intervalado. Nesse caso, os animais apresentaram valores de PA reduzidos quando comparados com o grupo treinamento contínuo e concluíram que no período de recuperação, o exercício intervalado promoveu maiores reduções no esforço cardíaco (efeito hipotensor) do que em sessões contínuas de exercício.

Ferreira<sup>24</sup>, utilizou o HIIT para avaliar o controle pressórico e este mesmo modelo de treinamento mostrou eficiência na diminuição pressórica em animais hipertensos. Porém, apesar de ter sido utilizado o mesmo protocolo de treinamento, a comparação dos valores pressóricos foi feita com a adição de animais Wistar Kyoto, fato que difere do presente estudo.

Diversos estudos apontam que o HIIT pode sim, melhorar a pressão arterial dos indivíduos. Kessler<sup>25</sup> realizou uma revisão sistemática e destacam-se entre estes estudos os cinco artigos que apresentam resultados positivos no que se diz respeito a redução da pressão arterial dos indivíduos, após 12 semanas de treinamento.

Nemoto<sup>26</sup>, em seu estudo analisou o treinamento intervalado no caminhar, com isto notou-se um aumento na extensão isométrica do joelho e flexão em 17%. Além disso, o pico de capacidade aeróbica para ciclismo foi aumentado em 8% e capacidade aeróbica para caminhar em 9%. Além do mais, houve diminuição da pressão arterial em repouso.

Tais achados chamam a atenção pelo fato do protocolo de HIIT utilizar alta intensidade de exercício, e aplicado de forma individualizada, o que não ocorreu em nosso estudo, sendo assim, o presente estudo pode vir a colaborar com a literatura ao investigar os efeitos de um protocolo de HIIT na musculatura esquelética e pressão arterial de ratos espontaneamente hipertensos (SHR). No entanto, limitações devem ser destacadas, como o ergômetro (esteira rolante) utilizado, sendo que os animais realizaram o treinamento na média do teste de esforço, deixando assim alguns animais em diferentes percentuais de esforço. Estudos futuros que abordem outros métodos de

treinamento, assim como diferentes formas de ergômetros, podem vir a colaborar com o presente estudo.

## Conclusão

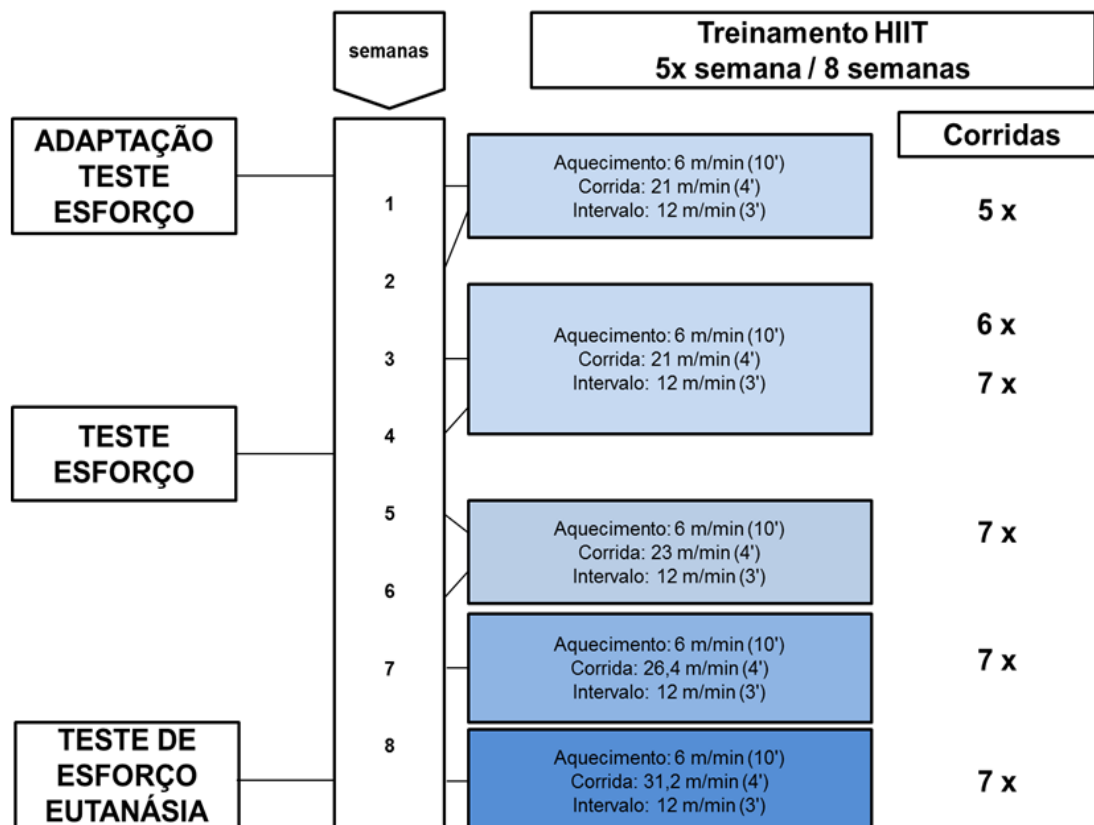
O HIIT promoveu aumento nos valores de mediana, para a variável do menor diâmetro nas fibras musculares de animais SHR. Além disso, a pressão arterial demonstrou diferença estatística na comparação entre os momentos inicial e final.

## Referências

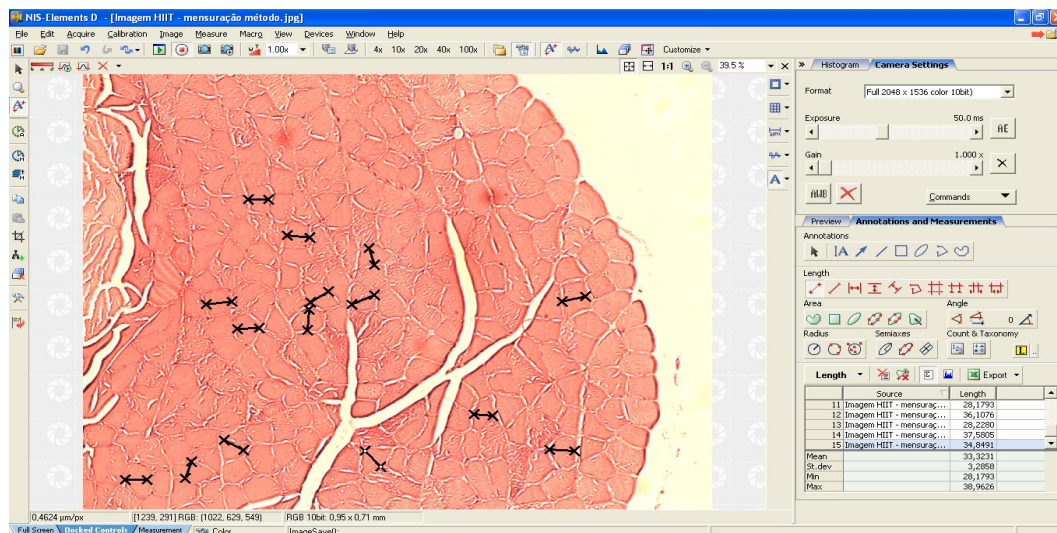
1. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors. *Hypertens*. 2011; 58(5), 950-958.
2. Piccinato CE, Cherri J, Moriya T. Hipertensão e doença arterial periférica. *Rev Bras Hipertens*, 2001; vol 8(3), julho/setembro.
3. Matavelli IS, Del Judice EL, Matavelli R, Hunger MS, Martelli A. Hipertensão Arterial Sistêmica e a Prática Regular de Exercícios Físicos como Forma de Controle: Revisão de Literatura. *Rev Bras de Ciênc Saúde*. 2015; 18(4), 359-366.
4. Ferreira Filho C, Meneghini A, Riera ARP, Neto AS, Teixeira GK, Ferreira C. Benefícios do exercício físico na hipertensão arterial sistêmica. *Arq Med do ABC*. 2007; 32(2).
5. Cano-montoya J, Álvarez C, Martínez C, Salas A, Sade F, Ramírez-Campillo R. Recuperación cardiovascular durante ejercicio intermitente en pacientes con hipertensión y diabetes tipo 2 altamente adherentes. *Rev med de Chile*. 2016; 144(9), 1150-1158.
6. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Cur Hypertens Rep*. 2015; v. 17, n. 11, p. 87.
7. Mediano MFF, Paravidino V, Simão R, Pontes FL, Polito MD. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos controlados. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 2005; 11(6), 337-40.

8. Yamashita AS, Lira FS, Lima WP, Carnevali Jr LC, Gonçalves DC, Tavares FL, et al.. Influência do treinamento físico aeróbio no transporte mitocondrial de ácidos graxos de cadeia longa no músculo esquelético: papel do complexo carnitina palmitoil transferase. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2008; v. 14, n. 2, p. 150-154.
9. Coswig V, Corrêa L, Sobrinho A, Del Vecchio F. Exercício intermitente de alta intensidade como alternativa na reabilitação cardiovascular: uma metanálise. *Rev Bras de Ativ Fís & Saúde.* 2015; 20(4), 340.
10. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Phys Nutr, and Metabolism*, 39(3), 409-412, 2013.
11. De Jesus Siqueira GD, Maioni LL, Soares V, Lima WA. Efeito hipotensor subagudo de uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). *Cinergis* 2017; 18(2), 114-120.
12. Camargo Filho JCS, Vanderlei LCM, Camargo RCT, Francischeti FA, Belangero WD, Pai VD. Efeitos do esteróide anabólico nandrolona sobre o músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico através de natação: estudo histológico, histoquímico e morfométrico. *Rev. Bras. Med. Esporte* 2006; Vol. 12, Nº 5 – Set/Out.
13. Rossoni LV, Oliveira RAF, Caffaro RR, Miana M, Sanz-Rosa D, Koike MK, et al.. Cardiac benefits of exercise training in aging spontaneously hypertensive rats. *J hypertens.* 2011; v. 29, n. 12, p. 2349-2358.
14. Pagan LU, Damatto RL, Cezar MDM, Lima ARR, Bonomo C, Campos DHS, et al.. Long-term low intensity physical exercise attenuates heart failure development in aging spontaneously hypertensive rats. *Cell Physiol Biochem.* 2015; v. 36, n. 1, p. 61-74.
15. Haram PM, Kemi OJ, Lee SJ, Bendheim MO, Al-Share QY, Waldum HL, et al.. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. *Cardiovasc Res.* 2009; 81, 723-732.
16. Moreira JBN, Bechara LRG, Bozi LHM, Jannig PR, Monteiro AWA, Dourado PM, et al.. High- versus moderate-intensity aerobic exercise training effects on skeletal muscle of infarcted rats. *J. App Physiol.* 2013; v. 114, p. 1029-1041.

17. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Morten O, Rognmo O, Haram PM, et al.. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circul.* 2007; v. 115, p. 3086-3094.
18. Castoldi RC, Teixeira GR, Malheiro OCM, Camargo RCT, Belangero WD, Camargo Filho JCS. Effects of 14 weeks resistance training on muscle tissue in Wistar rats. *Int. J. Morphol.* 2015; 33(2):446-451.
19. Dubowitz V, Oldfors A, Sewry CA, editors. *Muscle Biopsy: A Practical Approach: Expert Consult; Online and Print.* Elsevier Health Sciences, 2013.
20. Dal Pai Silva M, editor. *Histoenzimologia: teoria e prática.* Instituto de Biociências – Unesp, Botucatu, 1995.
21. Bucci M, Vinagre EC, Campos GER, Curi R, Pithon-Curi TC. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *Rev Bras Ciên Mov.* 2008; v. 13, n. 1, p. 17-28.
22. Lima RCM, Santiago L, Moura RMF, Filaretti FAZ, Souza CSA, Evangelista SSM, et al.. Efeitos do fortalecimento muscular da panturrilha na hemodinâmica venosa e na qualidade de vida em um portador de insuficiência venosa crônica. *J. Vasc. Bras.* 2002; v. 1, n. 3, p. 219-26.
23. Borges JP, Masson GS, Tibiriçá E, Lessa MA. Exercício Aeróbico Intervalado Induz Maior Redução na Sobrecarga Cardíaca na Recuperação em Ratos. *Arq. Bras. Cardiol.* 2014; v. 102, n. 1, p. 47-53.
24. Ferreira NZ, De Souza FLA, Mariano TB, Carrara B, Collegio G, Molinari AO, et al.. Efeito hipotensor do exercício intervalado de alta intensidade em animais espontaneamente hipertensos. *Colloq Vitae.* 2017; Vol. 9 (3), Setembro.
25. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med.* 2012; 42(6), 489-509.
26. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of High-Intensity Interval Walking Training on Physical Fitness and Blood Pressure in Middle-Aged and Older People. *Mayo Clin. Pro.* 2007; 82, 803–811.



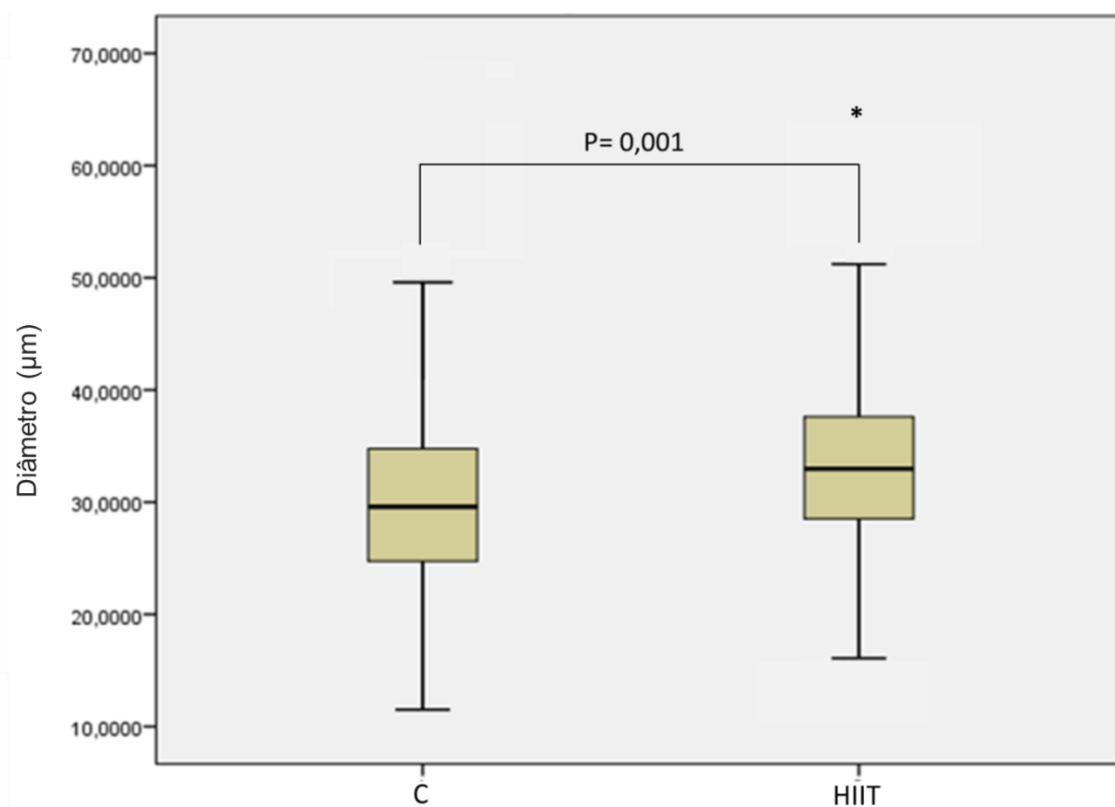
**Figura 1.** Protocolo de Treinamento utilizado no presente estudo.



**Figura 2:** Software NIS-Elements D3.0 - SP7 - Nikon® e mensuração do menor diâmetro das fibras



**Figura 3.** Fibras musculares nos diferentes grupos de animais. (A): Grupo SHR Controle; (B): Grupo SHR treinamento HIIT.



**Figura 4.** Gráfico de comparação entre medianas nos diferentes grupos de animais.  
\*Diferença estatística apresentada pelo teste Mann Whitney com valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1:** Resultados da pressão arterial sistólica.

| <b>Grupos</b> | <b>Pressão Arterial</b> | <b>Antes (mmHg)</b> | <b>Após (mmHg)</b> | <b><i>p</i></b> | <b><math>\Delta</math></b> | <b><i>p</i></b> |
|---------------|-------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Controle      | Média                   | 202,12              | 223,85             |                 | 21,73                      |                 |
|               | Desvio                  |                     |                    | 0,187           |                            | 0,012           |
|               | Padrão                  | 25,43               | 33,29              |                 |                            |                 |
| HIIT          | Média                   | 210,80              | 200,35             |                 | -10,45                     |                 |
|               | Desvio                  |                     |                    |                 |                            |                 |
|               | Padrão                  | 18,95               | 21,27              |                 |                            |                 |

Comparação entre médias nos diferentes grupos de animais. Teste análise de Variância – ANOVA com pós teste de Tukey. Teste de Mann-Whitney com valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). HIIT: Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. Variação da pressão arterial sistólica  $\Delta$ : valor final – valor inicial.

**Resposta do Treinamento intervalado de alta intensidade no tecido ósseo de ratos  
espontaneamente hipertensos**

Paulo Henrique Aleixo<sup>1</sup>, Robson Chacon Castoldi<sup>1</sup>, Francilene Lima Agostinho De Souza<sup>2</sup>, Thaoan Bruno Mariano<sup>2</sup>, Guilherme Akio Tamura Ozaki<sup>3</sup>, Thiago Alves Garcia<sup>3</sup>, Lucas Silva Santos<sup>4</sup>, Francis Lopes Pacagnelli<sup>2</sup>, Regina Celi Trindade Camargo<sup>1</sup>, José Carlos Silva Camargo Filho<sup>1</sup>

1. Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho” (Campus Presidente Prudente), Brasil.
2. Departamento de Fisioterapia, Universidade do Oeste Paulista, Brasil.
3. Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
4. Departamento de Educação Física, Universidade do Oeste Paulista, Brasil.

**Endereço para Correspondência:**

Paulo Henrique Aleixo  
Rua Roberto Simonsen, 305  
Bairro: Centro Educacional  
19060-900 - P. Prudente, SP  
Telefone: (18) 3229-5388

## RESUMO

### **Resposta do Treinamento intervalado de alta intensidade no tecido ósseo de ratos espontaneamente hipertensos**

**Introdução:** A desmineralização óssea é uma doença com alto índice de prevalência e pode estar relacionada à hipertensão arterial. Além disso, é controlada através de vários fatores como a alimentação, exercício físico e a absorção de nutrientes específicos. O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) pode gerar adaptações musculoesqueléticas e ósseas, pois consiste em séries de estímulos de máxima intensidade e curta duração, com períodos de pausas ativas ou passivas entre os esforços máximos. **Objetivos:** o HIIT foi proposto neste estudo a fim de observar e avaliar as variáveis do tecido ósseo de animais hipertensos. **Métodos:** Foram utilizados 20 ratos machos, espontaneamente hipertensos (SHR), com 12 meses de idade, divididos em 2 grupos: SHR Sedentário (C) e SHR Treinamento (HITT). O treinamento foi de 50 minutos/dia, 5 dias/semana totalizando 8 semanas, foi realizada a aferição da pressão arterial no início e ao final do estudo. Após 48 horas da última sessão de treinamento, os animais foram submetidos ao procedimento cirúrgico, para remoção do fêmur e da tíbia, as amostras foram analisadas na densitometria por dupla emissão de raios-X (DXA). Após a obtenção dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e teste t de Student para a comparação entre médias nos diferentes grupos de animais. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os cálculos foram realizados com o software (SPSS 22.0 for Windows®). **Resultados:** Foi verificado que houve diferença estatística apenas para a variável da “Área do fêmur” e as demais variáveis do fêmur e tíbia sofreram alterações sem diferença estatística, para os grupos C e HIIT com respectivos valores médios: fêmur CMO: (0,42g vs 0,36g), Área: (2,07 vs 1,88 cm<sup>2</sup>) ( $p < 0,05$ ), DMO: (0,20 vs 0,18 g/cm<sup>2</sup>), tíbia foi de CMO: (0,24 vs 0,21g), Área: (1,53 vs 1,42cm<sup>2</sup>), DMO: (0,15 vs 0,15 g/cm<sup>2</sup>). Os valores pressóricos apresentaram diminuição significativa ao final do experimento ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** Foi possível observar que este protocolo de treinamento não apresentou diferença estatisticamente significativa para maioria das variáveis analisadas ( $p > 0,05$ ). Vale ressaltar que no tecido ósseo da tíbia houve diminuição no CMO e na Área. Já no tecido ósseo do Fêmur, observou-se que houve diminuição na área ( $p < 0,05$ ) e leve aumento na DMO, porém, sem significância ( $p > 0,05$ ). Por fim, foi possível verificar a diminuição significativa dos valores de variação da pressão arterial ( $p < 0,05$ ).

#### **Palavras – Chave:**

Treinamento Intervalado de Alta Intensidade;  
Hipertensão Arterial;  
Ratos Espontaneamente Hipertensivos;  
Osso e Ossos.

## INTRODUÇÃO

A expectativa de vida vem aumentando nas últimas décadas, consequentemente a preocupação por melhor qualidade de vida, é evidente que as funções motoras, fisiológicas e metabólicas quando bem preservadas, podem influenciar positivamente na qualidade de vida dos indivíduos<sup>1</sup>. No decorrer dos anos a funcionalidade e as respostas metabólicas são diminuídas, podendo ter como consequência o surgimento de doenças crônicas degenerativas, dentre estas, a desmineralização óssea e a Hipertensão Arterial são as mais decorrentes no envelhecimento<sup>2-3</sup>.

A Hipertensão Arterial é uma doença silenciosa que acomete à população, caracterizada como uma doença cardiovascular, é responsável por mais de 16 milhões de morte no mundo, está relacionada com alimentação, etiologia, sexo e outros fatores<sup>4</sup>. Sendo assim a doença pode afetar diretamente a nutrição do tecido ósseo dificultando a troca de nutrientes, regulação de cálcio e a remodelação óssea, podendo acelerar o processo de desmineralização e causar um aumento na perda óssea em indivíduos hipertensos<sup>5</sup>.

A desmineralização óssea está diretamente relacionada à densidade e propriedades minerais contidas no tecido ósseo, e a degradação nestes minerais acomete o tecido, deixando-o frágil e suscetível a fraturas<sup>6</sup>. A Densidade Mineral Óssea (DMO) pode ser controlada por meio de vários fatores, tais como a alimentação, exercício físico e absorção de nutrientes específicos<sup>7</sup>.

O treinamento físico pode atuar de maneira benéfica para esta manutenção da DMO, juntamente com a suplementação de cálcio e colágeno que auxiliam no metabolismo destas células<sup>8</sup>. No envelhecimento as quedas e acidentes domésticos são comuns e estão ligados a diversos fatores como diminuição do equilíbrio, força de membros inferiores, diminuição da mobilidade e até mesmo da fragilidade do sistema estrutural ósseo<sup>9-11</sup>.

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) consiste em séries de estímulos de máxima intensidade e curta duração, com períodos de pausas ativas ou passivas entre os esforços máximos<sup>12</sup>. Este tipo de treinamento pode ser utilizado como estratégia para melhoria na saúde, incluindo indivíduos com pouco tempo para atividades. Apesar da utilização do HIIT para diversos públicos, observa-se a carência de trabalhos que tenham investigado seus efeitos no tecido ósseo.

Dessa forma, o protocolo HIIT foi proposto neste estudo a fim de avaliar as respostas fisiológicas no tecido ósseo de ratos espontaneamente hipertensos.

## MÉTODOS

### ANIMAIS

Foram utilizados 20 ratos machos, espontaneamente hipertensos (SHR), alimentados com ração padrão e água *ad libitum*, adultos, com 12 meses de idade, peso médio de 550g, subdivididos em 2 grupos: Grupo SHR Sedentário (C) [n=10] e Grupo SHR Treinamento com HIIT (HIIT) [n=10]. Permaneceram em grupos de 5 animais por gaiola (polietileno), com temperatura ambiente de (22±2°C) e luminosidade (ciclo claro/escuro de doze horas e ciclo invertido) controlados, com livre acesso à água e alimentação (ração para ratos de laboratório). A pesquisa foi desenvolvida obedecendo às normas e os princípios éticos de experimentação animal após aprovação do Comitê de Ética no uso de animais (CEUA: 4115).

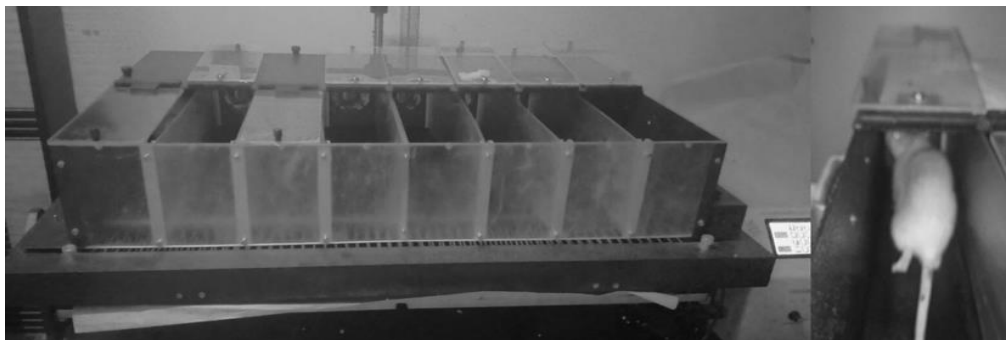
### TESTE DE ESFORÇO

Os animais foram submetidos inicialmente à adaptação ao treinamento, que constituiu em corrida em esteira na velocidade de 6 metros por minuto (m/min.), com duração de 5 minutos, durante 5 dias. Após o período de adaptação, os animais foram submetidos ao teste de velocidade máxima para avaliar a capacidade física de cada animal.

O teste iniciou com a velocidade de 6m/min e incremento a cada 3 minutos de 3m/min até a exaustão de cada animal<sup>13-14</sup>. Os animais foram considerados exaustos quando não conseguiam correr mesmo após estimulação. A velocidade obtida no teste determinou a prescrição do treinamento. Este protocolo foi realizado no início e após 4 semanas de treinamento<sup>14</sup>.

### TREINAMENTO HIIT

O protocolo de treinamento foi realizado em 2 esteiras adaptadas para roedores (Figura 1) (modelo TK 1, IMBRAMED), 50 minutos/dia, 5 dias/semana totalizando 8 semanas. O treino foi realizado em ciclo invertido e adaptado<sup>15-16</sup>, ocorreu no horário das 14h às 14h50min.



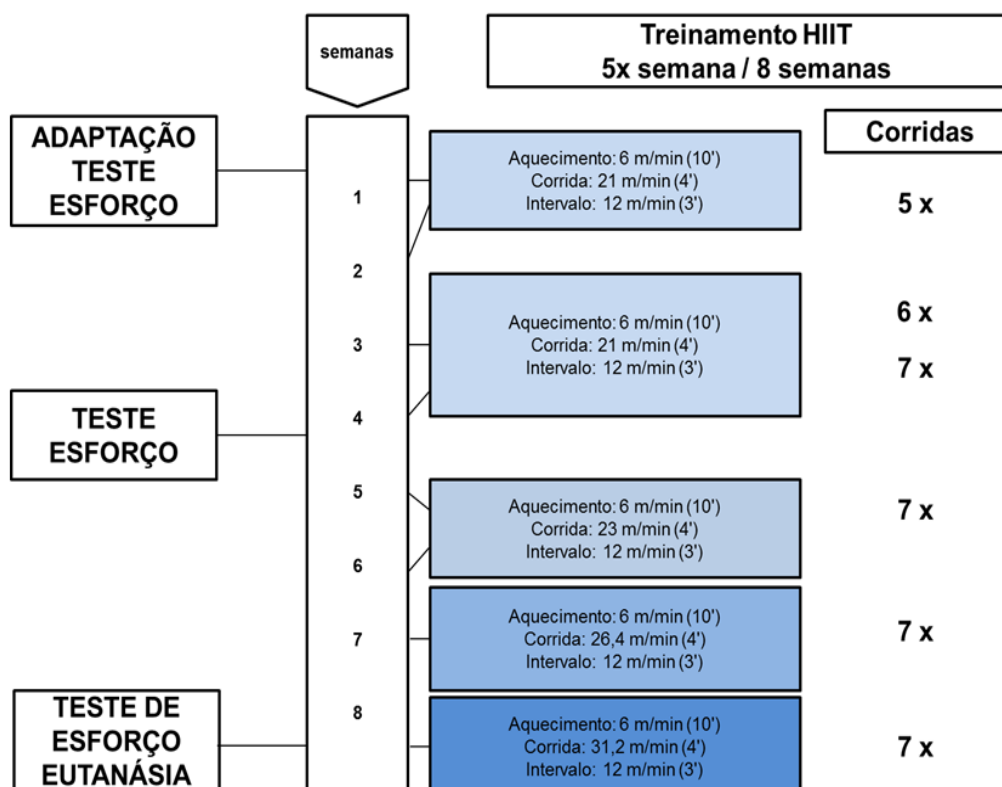
**Figura 1.** Esteira adaptada para roedores, modelo TK 1, IMBRAMED.

Cada treino constituiu-se de três fases, sendo aquecimento, HIIT e desaquecimento. O aquecimento foi de 5 minutos a 60% da velocidade de exaustão. O HIIT foi iniciado com 95% da velocidade atingida no teste de exaustão (21m/min) por 4 minutos, intercalados por 65% da velocidade de exaustão por 3 minutos. O treino foi repetido por cinco vezes durante a primeira e segunda semana.

Na terceira e quarta semanas, o protocolo de HIIT foi realizado com a mesma velocidade da primeira semana (95% da velocidade de exaustão), entretanto, repetidos por 6 e 7 vezes por sessão, consecutivamente. Após o término da quarta semana de treinamento, foi realizado novo teste para reavaliar a velocidade de exaustão e a carga de treino foi reajustada.

Na quinta e sextas semanas, o treinamento com HIIT foi realizado com protocolo adaptado<sup>15-16</sup> e os animais foram submetidos a velocidade de 23m/min por 4 minutos, intercalados a 12m/min por três minutos, repetidos por 7 vezes.

Na sétima semana houve um aumento na velocidade do HIIT correspondente a 15% e na oitava semana de 18% da velocidade máxima, realizado por 4 minutos, intercalados a 65% da velocidade máxima por três minutos, repetidos 7 vezes<sup>15-16</sup>. Os detalhes do HIIT e o desenho experimental são descritos abaixo<sup>17</sup> (Figura 2).



**Figura 5.** Protocolo de Treinamento utilizado no presente estudo.

## PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA

Foi utilizado o método de pletismografia de cauda para obter o controle pressórico. A pressão arterial sistólica foi verificada com uso do manguito de cauda (narco bio system®, modelo 709-0610, International Biomedical, Inc, EUA), antes e após o período de treinamento.

## TECIDO ÓSSEO

Após a eutanásia, os ossos da tíbia e fêmur do membro direito foram retirados por meio de incisão longitudinal para remoção da pele e de partes moles. Após este procedimento, foi realizada a imersão da amostra em solução fisiológica e armazenada à temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  para a realização de análises posteriores.

## DENSITOMETRIA ÓSSEA

Os ossos da tíbia e fêmur foram submetidos à análise de densitometria com aparelho densitômetro de dupla emissão de raios – X (DXA), modelo DPX-Alpha, LUNAR, utilizando-se software especial para pequenos animais. Para tal procedimento, os ossos foram submersos em recipiente de plástico contendo 2 cm de profundidade de

água para simular o tecido mole (*in vivo*). A Área do fêmur foi delimitada pelo aparelho, sendo essa área percorrida pelo DXA (5 cm x 4 cm). O laser do densitômetro foi ajustado acima do centro do osso no início da captura da imagem.

Após a captura das imagens, os ossos foram analisados utilizando-se a ferramenta de análise manual. A área desejada para análise do fêmur foi contornada para obtenção dos valores de Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e DMO<sup>18</sup>.

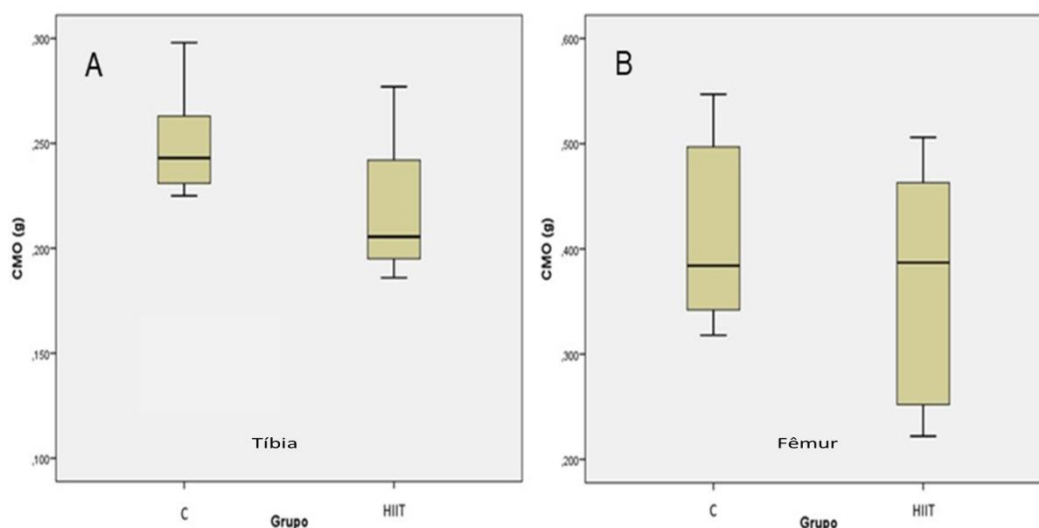
## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a obtenção dos dados, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, como houve distribuição normal na curva gaussiana, foi utilizado o teste t de Student para a comparação entre médias nos diferentes grupos de animais. Todos os procedimentos adotaram o valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os cálculos foram realizados com o software (SPSS 22.0 for Windows®). Para análise da PA foi utilizado a Análise de Variância – ANOVA seguido de teste Tukey.

## RESULTADOS

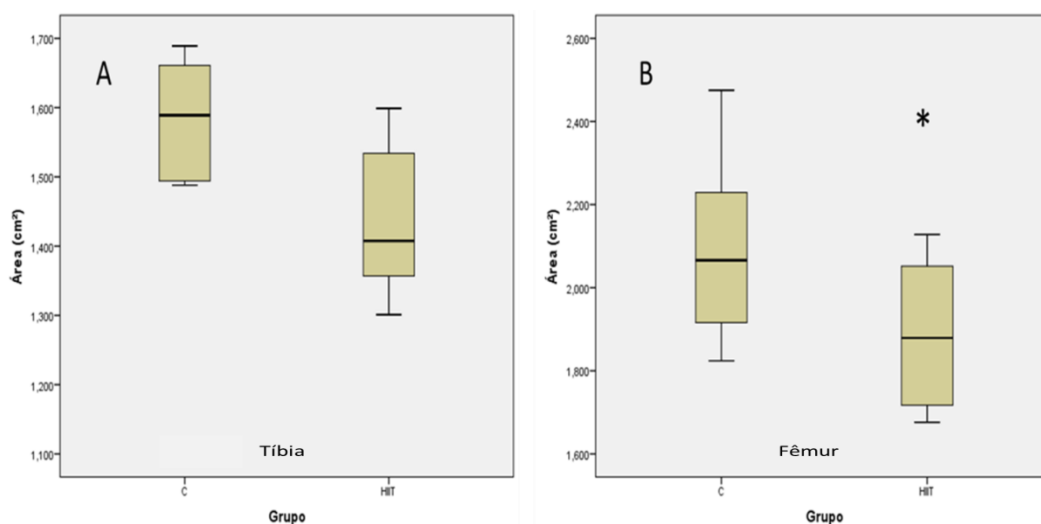
Após análise da tíbia e fêmur dos animais foi verificado que o HIIT causou adaptações significantes na variável da Área do Fêmur (Área) ( $p < 0,05$ ). Além disso, houve diminuição das outras variáveis “conteúdo mineral ósseo” (CMO) e “densidade mineral óssea” (DMO), porém sem diferença estatística.

Conteúdo mineral ósseo apresentou diminuição na tíbia e permaneceu estável no fêmur mesmo após o período de treinamento como podemos observar na figura 3.



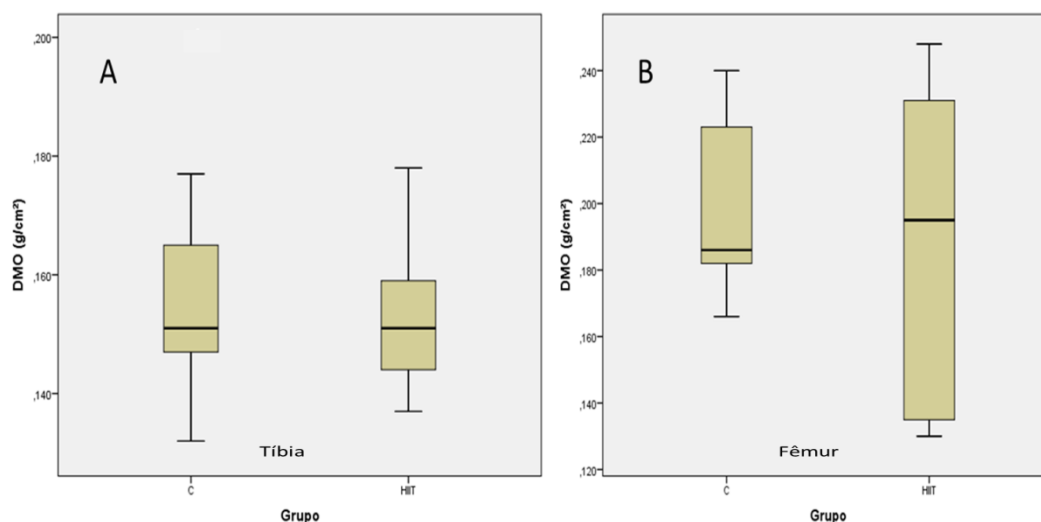
**Figura 3.** Conteúdo mineral ósseo CMO. A): Tíbia: (0,24 vs 0,21g). B): Fêmur: (0,42g vs 0,36g).

Após análises é observado que a Área do fêmur diminuiu após as sessões de treinamento. No entanto, não foi verificada diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ), como pode ser observado na figura 4.



**Figura 4.** Área do tecido ósseo. A): Tíbia:( 1,53 vs 1,42cm²). B): Fêmur:(2,07 vs 1,88 cm²). (\*) Teste t de Student com significância de 5%.

A diminuição também é observada na densidade mineral óssea, porém sem diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ), como ilustrado na figura 5.



**Figura 5.** Densidade mineral óssea DMO. A): Tíbia: (0,15 vs 0,15 g/cm²). B): Fêmur: (0,20 vs 0,18 g/cm²).

Por fim, foi verificado que houve diminuição da pressão arterial sistólica dos animais, considerando a diferença estatística no valor de variação ( $\Delta$ ) entre os grupos C e HIIT ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2:** Resultados da pressão arterial sistólica.

| Grupos   | Pressão Arterial | Antes (mmHg) | Após (mmHg) | $p$   | $\Delta$ | $p$   |
|----------|------------------|--------------|-------------|-------|----------|-------|
| Controle | Média            | 202,12       | 223,85      |       | 21,73    |       |
|          | Desvio Padrão    | 25,43        | 33,29       | 0,187 |          | 0,012 |
|          |                  |              |             |       |          |       |
| HIIT     | Média            | 210,80       | 200,35      |       | -10,45   |       |
|          | Desvio Padrão    | 18,95        | 21,27       |       |          |       |
|          |                  |              |             |       |          |       |

Comparação entre médias nos diferentes grupos de animais. Teste análise de Variância – ANOVA com pós teste de Tukey. Teste de Mann-Whitney com valor de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). HIIT: Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. Variação da pressão arterial sistólica  $\Delta$ : valor final – valor inicial.

## DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi analisar a resposta do HIIT no tecido ósseo de ratos espontaneamente hipertensos, com isto foi possível observar que este protocolo de treinamento apresentou diferença estatisticamente significativa na área do fêmur ( $p < 0,05$ ), além disso, vale ressaltar que houve leve diminuição na DMO. Na tíbia houve diminuição no CMO e na Área Óssea, porém, sem significância ( $p > 0,05$ ) e diminuição da pressão arterial no grupo HIIT com diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

A diferença entre animais normotensos e hipertensos é evidente em diversos estudos, podemos observar isto no estudo de Pereira *et al.*<sup>19</sup> que analisaram a reparação óssea após cirurgia em animais SHR, concluiu que animais hipertensos possuem propriedades de reparação óssea distintas de normotensos, neste estudo a reparação nos SHR é maior do que em animais normotensos.

Em questões farmacológicas Nobre *et al.*<sup>20</sup> utilizaram animais SHR e administraram Alendronato Sódico, medicamento utilizado para doenças de reabsorção óssea, porém não foi possível observar diferenças estatísticas na reparação óssea entre

os grupos, diferentemente do nosso estudo onde encontramos diferença na área óssea dos animais.

Seguindo a mesma linha dos fármacos, mas aliado a exercícios físicos como em nosso estudo, Dos Santos Caetano *et al.*<sup>21</sup> utilizaram ratos Wistar com o objetivo de avaliar o efeito do hormônio GH e do treinamento resistido no tecido ósseo dos animais e após o período de treinamento de 4 semanas, foi possível observar que o treinamento resistido preserva os componentes minerais do tecido ósseo.

Por outro lado Rogério *et al.*<sup>22</sup> utilizaram o treinamento concorrente e a suplementação de N-acetilcisteína em ratos espontaneamente hipertensos SHR, e analisou a DMO em ratos idosos, neste estudo foi possível observar que os animais que realizaram treinamento sem suplementação obtiveram resultados superiores aos outros grupos e concluíram que a suplementação diminuiu a DMO, o que difere de nossos achados onde o exercício físico apresentou diminuição em algumas variáveis ósseas.

No estudo realizado por Ozaki *et al.*<sup>18</sup> também utilizaram ratos Wistar, o protocolo foi o treinamento de natação como objetivo foi avaliar a DMO após período de imobilização e remobilização por meio de exercício físico. Os autores constataram que a realização de um protocolo de exercícios foi capaz de reestabelecer a DMO, lembrando que foi um modelo de treino em ratos não hipertensos, contudo na DMO houve uma melhora.

Treinamento aeróbico como forma de adaptação óssea foi utilizado por Souza *et al.*<sup>23</sup>, neste estudo foram utilizadas ratas fêmeas ovariectomizadas e realizada atividade aquática. Este estudo mostrou que a atividade física aquática proporcionou menor atividade osteoclástica quando comparado com o grupo sem atividade, com isto, o exercício diminuiu a perda de massa óssea em ratas.

Estudos relacionados a humanos têm evidenciado que a prática regular de exercícios físicos está diretamente relacionada à saúde dos indivíduos e prevenção de doenças degenerativas, Alonso *et al.*<sup>24</sup> apresentam uma relação entre a composição corporal do indivíduo e a DMO e foi observado que a composição corporal de homens idosos associa-se positivamente a DMO.

Referente a estes últimos 3 estudos conseguimos observar que diversos modelos de treinamentos são utilizados para a reparação óssea, porem seguindo estes protocolos não encontramos adaptação em todos, em nosso estudo com o protocolo de treinamento

HIIT aplicado, não pareceu eficaz quando direcionado as variáveis ósseas, porem o protocolo mostrou-se eficaz para a variável de PA .

Utilizando outro protocolo HIIT Perrier-Melo *et al.*<sup>25</sup> em seu estudo avaliaram a pressão arterial e o VO<sub>2</sub>pico em indivíduos que realizaram transplante de coração, e concluiu-se que entre 8-12 semanas de reabilitação cardíaca o HIIT provocou um aumento de 15% no VO<sub>2</sub>pico e aumentos significativos na potência aeróbia dos indivíduos, na pressão arterial não gerou efeitos estatisticamente, diferentemente do presente estudo.

Condizente ao nosso estudo Ketelhut *et al.*<sup>26</sup> avaliaram a pressão arterial 39 homens saudáveis após as sessões de treinamento do HIIT (6x1 min) 98% da potência máxima, e ficou evidente que o HIIT leva a uma redução da pressão arterial até 45 minutos após a sessão de treinamento.

Para o tecido ósseo, ainda seguindo a linha de estudos realizados com humanos Florindo *et al.*<sup>27</sup> realizaram um estudo utilizando a densitometria de dupla emissão de raios x (DXA) em 326 homens adultos e idosos com idades igual ou superior a 50 anos. Os dados obtidos nos questionários juntamente com os resultados apresentados no DXA foram correlacionados e concluiu-se que atividade física habitual e prática de exercícios na adolescência podem contribuir para a preservação da densidade mineral óssea e prevenção da desmineralização óssea em adultos e idosos.

Um estudo realizado por Krahenbühl *et al.*<sup>28</sup> analisaram 68 adolescentes jogadoras de handball, foi utilizado o DXA para avaliar a composição corporal das atletas. Os resultados mostram que jovens atletas de handball possuem valores de massa óssea significativamente maior do que adolescentes da mesma idade não praticantes de atividades.

Diversos estudos mostram que o treinamento resistido contribui para a preservação do tecido ósseo. Silva *et al.*<sup>29</sup>apresentam estes dados em uma revisão sistemática de literatura, deixando claro que exercícios não complexos, fácil aplicação e sem utilização de aparelhos são suficientes para a preservação do tecido ósseo.

Por fim o presente estudo apresenta uma controvérsia com a literatura quando investigou os efeitos do HIIT no tecido ósseo de animais, e apresentou um protocolo de treinamento que não trouxe benefícios ao tecido ósseo, contudo adota-se como limitações do estudo o período de treinamento e as intensidades impostas, estudos que investiguem as respostas do HIIT no tecido ósseo relacionado com a pressão arterial podem contribuir com a literatura.

## CONCLUSÃO

Este protocolo de treinamento HIIT não apresentou benefícios para as variáveis analisadas do tecido ósseo, apesar de apresentar diminuição significativa nos valores de pressão arterial.

## REFERÊNCIAS

1. Camargos MCS, Gonzaga MR. Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira. *Cad. Saúde Pública* 2015; 31: 1460-1472.
2. Matsudo SM, Matsudo VKR, De Barros Neto TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *R. Bras. Ci.e Mov.* 2008; 8(4): 21-32.
3. Neto AMP, Soares A, Urbanetz AA, De Araújo e Souza AC, Ferrari AEM, Amaral B, *et al.* Consenso brasileiro de osteoporose 2002. *Rev. Bras. Reumatol.* 2002; 42(6): 343-54.
4. Rosini N, Machado MJ, Xavier HT. Estudo de prevalência e multiplicidade de fatores de risco cardiovascular em hipertensos do município de Brusque, SC. *Arq. Bras. Cardiol.* 2006; 86(3): 219-22.
5. Pereira AC, Amadei SU, Silveira VÁS, Balducci I, Faig-Leite H. Estudo comparativo da porcentagem das áreas cortical, trabecular e do canal medular do fêmur de ratos hipertensos (SHR) e normotensos. *Braz. Dent. Science* 2007; 10(1).
6. Dos Santos ML, Borges GF. Exercício físico no tratamento e prevenção de idosos com osteoporose: uma revisão sistemática. *Fisioter. Mov.* 2017; 23(2).
7. Judas F, Palma P, Falacho RI, Figueiredo H. Estrutura e dinâmica do tecido ósseo. 2012.
8. Gali JC. Osteoporosis. *Acta Ortop. Bras.* 2001; 9(2): 53-62.
9. Da Silva TCL, Costa EC, Guerra RO. Resistência aeróbia e força de membros inferiores de idosos praticantes e não-praticantes de ginástica recreativa em um centro de convivência. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* 2011; 14(3): 535-542.
10. Mazo GZ, Liposcki DB, Ananda C, Prevê D. Condições de saúde, incidência de quedas e nível de atividade física dos idosos. *Rev. Bras. Fisioter.* 2007; 11(6): 437-42.
11. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia≠ dynapenia. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2008; 63(8): 829-834.

12. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J. Physiol.* 2012; 590(5): 1077-1084.
13. Rossoni LV, Oliveira RAF, Caffaro RR, Miana M, Sanz-Rosa D, Koike MK, *et al.*. Cardiac benefits of exercise training in aging spontaneously hypertensive rats. *J. hypertens.* 2011; 29(12): 2349-2358.
14. Pagan LU, Damatto RL, Cezar MDM, Lima ARR, Bonomo C, Campos DHS, *et al.*. Long-term low intensity physical exercise attenuates heart failure development in aging spontaneously hypertensive rats. *Cell. Physiol. Biochem.* 2015; 36(1): 61-74.
15. Haram PM, Kemi OJ, Lee SJ, Bendheim MO, Al-Share QY, Waldum HL, *et al.*. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. *Cardiovas. Res.* 2009; 81: 723-732.
16. Moreira JBN, Bechara LRG, Bozi LHM, Jannig PR, Monteiro AWA, Dourado PM, *et al.*. High- versus moderate-intensity aerobic exercise training effects on skeletal muscle of infarcted rats. *J. Appl. Physiol.* 2013; 114: 1029-1041.
17. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Morten O, Rognmo O, Haram PM, *et al.*. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation.* 2007; 115: 3086-3094.
18. Ozaki GAT, Koike TE, Castoldi RC, Garçon AAB, Kodama FY, Watanabe AY, *et al.*. Efeitos da remobilização por meio de exercício físico sobre a densidade óssea de ratos adultos e idosos. *Motri.* 2014; 10(3): 71-78.
19. Pereira AC, Fernandes RG, Carvalho YR, Balducci I, Faig-Leite H. Reparação de defeitos ósseos em fêmures de ratos machos e fêmeas espontaneamente hipertensos: estudo histológico e histométrico. *Arq. Bras. Cardiol.* 2007; 88(1): 104-9.
20. Nobre MDP, Fernandes RG, Chin CM, Faig-Leite H. Ação local do alendronato sódico na reparação óssea de ratos espontaneamente hipertensos (SHR). *Arq. Bras. Cardiol.* 2008; 90(4): 261-8.
21. Dos Santos Caetano HR, Castoldi RC, Carvalho Zanuto ÉA, Tamura Ozaki GA, Garcia TA, dos Santos Pereira JDA, *et al.*. Muscle Strength Training is Better than the Use of Growth Hormone (GH) in Bone Health of Wistar Rats. *Int. J. Morphol.* 2019; 37(1).

22. Rogerio MM, Santos LS, Garcia TA, Ozaki GTA, Fernandes RA, Castoldi RC, *et al.*. Effects of concurrent training associated with N-acetylcysteine on bone density of spontaneously hypertensive rats. *Motriz*, Rio Claro 2019; 25(2): e101938
23. Souza HR, Girol AP, Schiaveto APS, Geromel MR, Iyomasa MM, Arruda MFD. Biochemical analysis and bone remodeling in response to oophorectomy and aquatic training. *Acta Ortop. Bras.* 2016; 24(5): 235-239.
24. Alonso AC, Goncalves TA, Almeida JKAD, Machado-Lima A, Ernandes RDC, Greve J, *et al.*. Relationship between bone mineral density and body composition in elderly. *Acta Ortop. Bras.* 2018; 26(1): 27-29.
25. Perrier-Melo RJ, dos Santos Figueira FAM, Guimarães GV, da Cunha Costa M. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade em Transplantados de Coração: Uma Revisão Sistemática com Meta-Análise. *Arq. Bras. Cardiol.* 2018; 110(2): 188-194.
26. Ketelhut S, Milatz F, Heise W, Ketelhut RG. Influence of a high-intensity interval training session on peripheral and central blood pressure at rest and during stress testing in healthy individuals. *Vasa* 2016; 45(5): 373-377.
27. Florindo AA. Atividade física habitual e densidade mineral óssea em homens adultos e idosos. Brasil. Dissertação (Mestrado)—FSP/USP, São Paulo 2000.
28. Krahenbühl T, Borges JH, Barros Filho ADA, Guerra-Junior G, Gonçalves EM. Assessment of bone mineral density in young female handball players. *Rev. Bras. Cineantropom. desempenho Hum.* 2018; 20(1): 102-113.
29. Silva CF, Rodrigues ES, Natali AJ, Lima LM. Efeitos da atividade física sobre densidade mineral óssea de mulheres saudáveis na pré-menopausa. *Med. (Ribeirao Preto. Online)* 2014; 47(2), 120-130.

#### **4. Considerações Finais**

Após a realização das análises e obtenção dos resultados relativos ao presente estudo, foi possível afirmar que o HIIT gerou hipertrofia do músculo gastrocnêmico, e diminuição da pressão arterial dos animais.

Em relação às propriedades do tecido ósseo, foi verificado que as intensidades e as frequências do HIIT, somente geraram adaptações estatisticamente significativas na variável da Área do Fêmur, contudo vale ressaltar houve uma diminuição no CMO, DMO e da Área.

## 5. Referências Bibliográficas Introdutórias

CASTOLDI, R. C.; CAMARGO, R. C. T.; MAGALHÃES, A. J. B.; OZAKI, G. A. T.; KODAMA, F. Y.; OIKAWA, S. M.; PAPOTI, M.; CAMARGO FILHO, J. C. S.. Concurrent training effect on muscle fibers in Wistar rats. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 19, n. 4, p. 717–723, 2013.

CASTOLDI, R. C.; TEIXEIRA, G. R.; MALHEIRO, O. C. M.; CAMARGO, R. C. T.; BELANGER, W. D.; CAMARGO FILHO, J. C. S. Effects of 14 weeks resistance training on muscle tissue in Wistar rats. **International Journal of Morphol.**, v. 33, n. 2, p. 446-451, 2015.

DA SILVEIRA, R. E.; DA SILVA SANTOS, Á.; DE SOUSA, M. C.; SILVA ALVES MONTEIRO, T.. Gastos relacionados a hospitalizações de idosos no Brasil: perspectivas de uma década. **Einstein** (16794508), v. 11, n. 4, 2013.

MORAES, N. C.; APRAHAMIAN, I.; YASSUDA, M. S.. Executive function in systemic arterial hypertension: A systematic review. **Dementia & neuropsychologia**, v. 13, n. 3, p. 284–292, 2019. doi:10.1590/1980-57642018dn13-030004

DE JESUS SIQUEIRA, G. D.; MAIONI, L. L.; SOARES, V.; LIMA, W. A.. Efeito hipotensor subagudo de uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). **Cinergis.**, v. 18, n. 2, p. 114-120, 2017.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N.. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 20, 2015.

JARDIM, P. C. B. V.. The Brazilian Society of Cardiology and Hypertension: It's Time for Action. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 111, n.3, p. 343-344, 2018.

JARDIM, P. C. B. V.; GONDIM, M. D. R. P.; MONEGO, E. T.; MOREIRA, H. G.; VITORINO, P. V. D. O.; SOUZA, W. K. S. B.; SCALA, L. C. N.. Hipertensão arterial e alguns fatores de risco em uma capital brasileira. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 88, n. 4, p. 452-7, 2007.

LIMA, G. S.; SOUZA, I. M. O.; STORTI, L. B.; SILVA, M. M. J.; KUSUMOTA, L.; MARQUES, S.. Resiliência, qualidade de vida e sintomas depressivos entre idosos em tratamento ambulatorial. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 27, n. 3212, 2019. <https://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.3133.3212>

MATHIAS, N. G.; MELO FILHO, J.; SZKUDLAREK, A. C.; GALLO, L. H.; FERMINO, R. C.; GOMES, A. R. S.. Motivos para a prática de atividades físicas em uma academia ao ar livre de Paranaguá-PR. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.41, n.2, p. 222-228, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão. Vigitel Brasil 2016. <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/abril/17/Vigitel.pdf>

MORIMOTO, T.; COSTA, J. S. D. D.. Análise descritiva dos gastos com internações por condições sensíveis à atenção primária. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 27, n. 3, p. 295-300, 2019.

OZAKI, G. A. T.; KOIKE, T. E.; CASTOLDI, R. C.; GARÇON, A. A. B.; KODAMA, F. Y.; WATANABE, A. Y.; JOB, A. E.; LOUZADA, M. J. Q.; CAMARGO, R. C. T.; CAMARGO FILHO, J. C. S.. Efeitos da remobilização por meio de exercício físico sobre a densidade óssea de ratos adultos e idosos. **Motricidade**, v. 10, n. 3, p. 71-78, 2014.

PIMENTA, L. D.; MASSINI, D. A.; SANTOS, D. D.; VASCONCELOS, C. M. T.; SIMIONATO, A. R.; GOMES, L. A. T.; GUIMARÃES, B. R.; NEIVA, C. M.; PESSÔA FILHO, D. M.. Bone health, muscle strength and lean mass: Relationships and exercise recommendations. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 3, p. 245-251, 2019.

RADDI, L. L. D. O.; SILVA JÚNIOR, J. P. D.; FERRARI, G. L. D. M.; OLIVEIRA, L. C. D.; MATSUDO, V. K. R.. Nível de atividade física e acúmulo de tempo sentado em estudantes de medicina. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 2, p. 101-104, 2014.

SCHOLZE, A. D. S.; SCOPEL, L. Z.; ZAPPELINI, P. S.; DUARTE JÚNIOR, C. F.. Hipertensão Arterial Sistêmica: a Perspectiva dos Docentes no Ensino Médico. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, n. 4, p. 82-91, 2019.

SILVA, C. F.; RODRIGUES, E. S.; NATALI, A. J.; LIMA, L. M.. Efeitos da atividade física sobre densidade mineral óssea de mulheres saudáveis na pré-menopausa. **Medicina (Ribeirao Preto. Online)**, v. 47, n. 2, p. 120-130, 2014.

SILVA, V. M. D.; ARRUDA, A. S. F. D.; SILVA, L. D. S. V.; PONTES JUNIOR, F. L.; CACHIONI, M.; MELO, R. C. D.. Efetividade de uma intervenção múltipla para a prevenção de quedas em idosos participantes de uma Universidade Aberta à Terceira Idade. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 22, n. 4, 2019.

TERZI, H.; TERZI, R.; KALE, E.; KALE, A.. Efeito da multiparidade sobre a densidade mineral óssea, avaliada por marcadores de remodelação óssea. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 57, n. 5, p. 371-377, 2017.

WESTON, K. S.; WISLØFF, U.; COOMBES, J. S.. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 16, p. 1227-1234, 2014.

## **Anexo I: Article I – Norms - Revista Motriz**

### **Original Article**

#### **Effect of high intensity interval training on muscle tissue of spontaneously hypertensive rats**

Paulo Henrique Aleixo<sup>1</sup>, Robson Chacon Castoldi<sup>1</sup>, Francilene Lima Agostinho De Souza<sup>2</sup>, Thaoan Bruno Mariano<sup>2</sup>, Guilherme Akio Tamura Ozaki<sup>3</sup>, Thiago Alves Garcia<sup>3</sup>, Lucas Silva Santos<sup>4</sup>, Francis Lopes Pacagnelli<sup>2</sup>, Regina Celi Trindade Camargo<sup>1</sup>, José Carlos Silva Camargo Filho<sup>1</sup>.

5. Department of Physiotherapy, Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho” (Campus Presidente Prudente), Brazil.
6. Department of Physiotherapy, Universidade do Oeste Paulista, Brazil.
7. Department of Orthopedics and Traumatology, Universidade Estadual de Campinas, Brazil.
8. Department of Physical Education, Universidade do Oeste Paulista, Brazil.

This study is part of a Master Dissertation.

#### **Correspondence Address:**

Paulo Henrique Aleixo  
Rua Roberto Simonsen, 305  
Bairro: Centro Educacional  
19060-900 - P. Prudente, SP  
Telefone: (18) 3229-5388

## ABSTRACT

### Effect of high intensity interval training on muscle tissue of spontaneously hypertensive rats

**Introduction:** Physical training acts as an adjuvant in the control and treatment of hypertension, since it has a dilating effect on the vessels, resulting in a decrease in blood pressure. **Objectives:** To evaluate the effect of HIIT on muscle tissue of spontaneously hypertensive rats. **Method:** Twenty spontaneously hypertensive rats (SHR), male, 12 months of age, were divided into two groups: Sedentary SHR Group (C) and Training SHR Group (HIIT). The training lasted approximately 50 minutes/day, 5 days/week, for 8 weeks. Systolic blood pressure (BP) was measured at the beginning and end of the study. **Analysis:** The medial gastrocnemius muscle was used to measure the smallest diameter of the fibers, after which the Shapiro-Wilk normality test was performed, followed by the Mann Whitney test to compare the median muscle fibers. For analysis of BP, the Analysis of Variance - ANOVA was used, followed by the Post Hoc test. All procedures adopted the significance value of 5% ( $p < 0.05$ ). **Results:** After measuring the muscle fibers, the median values for the variable “smallest diameter” were 29.51 (9.95)  $\mu\text{m}$  in the C group and 33.45 (9.44)  $\mu\text{m}$  in the HIIT group ( $p < 0.05$ ). Although the BP values decreased, no statistically significant differences were observed between the moments, ANOVA  $p = 0.187$  ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** The present study found that HIIT promoted an increase in the median values of animal muscle fibers. However, significant decreases in blood pressure values were verified.

**Key-words:** High Intensity Interval Training; Arterial Hypertension; Spontaneously Hypertensive Rats; Muscle Tissue.

## Introduction

Currently, care related to blood pressure control (BP) is being discussed worldwide. Hypertension (SAH) is among the most prominent diseases in the population and is directly related to a high mortality rate<sup>1,2</sup>.

SAH was the second most important identifiable risk factor, responsible for 10.4 million deaths. Several factors contribute to the development of SAH, among them, heredity, sex, ethnicity, age, diet, physical inactivity, and a sedentary lifestyle<sup>3</sup>.

This type of disease may be related to several factors, such as hardening of the arteries caused by atheromatous plaque accumulation in its walls, left ventricular hypertrophy, and altered heart rate<sup>4,5</sup>. Scientific evidence has consistently shown that physical activity is recommended as a form of prevention, treatment, and control of hypertension<sup>6</sup>.

Conventional methods, such as drugs, are used to treat hypertension. However, physical exercise acts as an adjuvant in pressure control, generating adaptations in the stress caused by the exercises and aiding in peripheral circulation<sup>7</sup>. Among the different forms of exercise, the *endurance* modality is commonly prescribed for the treatment of hypertension<sup>1</sup>.

In addition, physical training is directly related to fat oxidation, which is one of the energy sources used by skeletal muscles. In this case, during the exercise, this energy demand is increased and fatty acids are used to meet these demands<sup>8</sup>.

However, after the emergence of high intensity interval training (HIIT), studies have shown that this methodology can promote physiological alterations similar or better to those caused by low and medium intensity exercise<sup>9</sup>.

The HIIT method consists of a technique in which training is performed with a high intensity and short duration, with active or passive pauses<sup>10</sup>. The concern, however, is in relation to the public who can use this method, as for people with special needs or risk groups, such as hypertensives, training needs to be prescribed with greater caution. In this sense, physiological parameters should be established according to the needs of the individual<sup>11</sup>.

As HIIT is an intense form of exercise, one of the options is the use of animal model studies, which are characterized by high control of variables and results that can be extrapolated to humans, thus preserving the integrality of the individual<sup>12</sup>.

When using HIIT, many methods are adopted to establish safety parameters regarding BP control or decrease. The current study could corroborate the literature

relating arterial hypertension with HIIT and the effects on skeletal muscles of hypertensive individuals. Thus, this study aimed to evaluate the effect of HIIT on muscle tissue of spontaneously hypertensive rats (SHR).

## **Method**

### **Sample**

Twenty spontaneously hypertensive rats (SHR), male, 12 months of age, with a mean weight of 550 grams were used. The animals were subdivided into 2 groups: Control SHR Group (C) [n = 10] and HIIT Training SHR Group (HIIT) [n=10].

The rats were housed in groups of 5 animals per box (polyethylene), with a controlled room temperature ( $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) and brightness (12 hours light/dark cycle, inverted), with free access to water and food (laboratory rat feed). The research was developed following the norms and ethical principles of animal experimentation after approval from the Ethics Committee in the use of animals (CEUA - 4115).

### **Stress Test**

The animals were initially submitted to training adaptation, which consisted of running on a treadmill at a velocity of 6 meters per minute (m/min), lasting 5 minutes, for 5 days. After the adaptation period, the animals were submitted to the maximum velocity test to evaluate the physical capacity of each animal.

The test began at a velocity of 6m/min and increments every 3 minutes of 3m/min until the exhaustion of each animal<sup>13,14</sup>. The animals were considered exhausted when they could not run even after stimulation. The velocity obtained in the test determined the training prescription. This protocol was performed before and after 4 weeks of training<sup>14</sup>.

### **HIIT Training**

The training protocol was performed on 2 treadmills adapted for rodents (model TK 1, IMBRAMED), for approximately 50 minutes/day (40-60min.), 5 days/week, totaling 8 weeks. The training was performed in an inverted cycle from 14h to 14h50min, adapted from Haram *et al.*<sup>15</sup> and Moreira *et al.*<sup>16</sup>.

Each training session consisted of three phases, a warm-up, HIIT, and cool-down. The warm-up consisted of 5 minutes at 60% of the velocity reached in the exhaustion test. The HIIT began at 95% of the velocity reached in the exhaustion test (21m/min) for 4 minutes, interspersed with 65% of the exhaustion velocity for 3 minutes. The training was repeated five times during the first and second weeks.

In the third and fourth weeks, the HIIT protocol was performed at the same velocity as the first week (95% of exhaustion velocity), however, repeated 6 and 7 times per session, consecutively. After the end of the fourth week of training, a further test was performed to reevaluate the exhaustion velocity and the training load was readjusted.

In the fifth and sixth weeks, the HIIT training was performed with an adapted protocol and the animals were submitted to a velocity of 23m/min for 4 minutes, interspersed by 12m/min for 3 minutes, repeated 7 times.

In the seventh week there was a 15% increase in HIIT velocity and in the eighth week an increase of 18% of the maximum velocity, performed for 4 minutes, interspersed by 65% of the maximum velocity for three minutes, repeated 7 times<sup>15,16</sup>. The details of the HIIT and experimental design are described below<sup>17</sup> (Figure 1).

\*\*\* Insert Figure 1 here\*\*\*

### *Systolic Blood Pressure*

The tail-cuff plethysmography method was used to obtain the pressure control. Systolic blood pressure was measured using the tail-cuff (narcobio system®, model709-0610, International Biomedical, Inc, USA) before and after the training period.

### *Muscle Tissue*

Forty-eight hours after the end of the experiment, the animals were anesthetized with an anesthetic overdose. Next, the Medial Gastrocnemius muscle was extracted and immersed in 10% formaldehyde solution<sup>12</sup>. After this procedure, the muscle tissue was embedded in paraffin for the histological sections.

The 5µm sections were produced transversely in the ventral portion of the muscle using a rotating microtome, collected on slides, and then stained with hematoxylin-eosin (HE) for general analysis of muscle structure<sup>18</sup>.

### *Optical Microscopy*

The sections were subjected to histochemical reactions and hematoxylin-eosin stains, observed in normal light, and photomicrographed under a Nikon® model H550S microscope. An Infinity1 photo camera was used to analyze the images. The markings for determination of the smallest diameter of the muscle fiber passing through the center were made using the software (AuxioVisionRel 4.8 - Carl Zeiss® and NIS-Elements D3.0 - SP7 - Nikon®). Ten cuts and 120 muscle fibers were produced per animal, according to the protocol established by Dubowitz <sup>19</sup>.

After obtaining the images of the muscle fibers, the smallest diameter of the muscle fibers was measured, as shown in the figure below<sup>20</sup>.

\*\*\* Insert Figure 2 here \*\*\*

### *Statistical Analysis*

After obtaining the data, the Shapiro-Wilk normality test was performed, followed by the Mann Whitney test for the comparison between the medians of the muscle fibers. For the analysis of BP, Analysis of Variance - ANOVA was used, followed by the Post Hoc test. All procedures adopted the significance value of 5% ( $p < 0.05$ ).

### **Results**

With the hematoxylin-eosin (HE) it was possible to verify muscle cells (dark arrows) and cell nuclei (light arrows) between the different groups of animals (Figure 3).

\*\*\* Insert Figure 3 here \*\*\*

A significant increase was observed in median values for the variable “smallest diameter” in the HIIT group, 33.45 (9.44)  $\mu\text{m}$  compared to the C group, 29.51 (9.95)  $\mu\text{m}$  (Graph 1).

\*\*\* Insert Figure 4 here \*\*\*

Finally, although a decrease in the systolic blood pressure of the animals was verified, statistically significant differences were found between the C and HIIT groups ( $p < 0.05$ ) (Table 1).

\*\*\* Insert Table 1 here \*\*\*

## Discussion

The present study verified that high intensity interval training (HIIT) promoted a significant increase in the median values of the smallest diameter variable in the muscle fibers of the Medial Gastrocnemius muscle of spontaneously hypertensive rats (SHR) ( $p < 0.05$ ). Furthermore, statistically significant decreases were observed in systolic blood pressure ( $p < 0.05$ ).

Calf muscle adaptations have important effects on venous return and, consequently, on blood pressure. These gains in muscle are important when considering hypertension, as muscle hypertrophy promotes greater vascularization in tissues, due to the increase in blood vessel numbers (angiogenesis), a fact that enables better gas exchange and energy substrates such as fat <sup>21</sup>.

Lima et al.<sup>22</sup> evaluated the musculature of the hemodynamic pump (Triceps Sural) of a patient diagnosed 21 years previously with chronic venous insufficiency. The authors concluded that strengthening this region may improve the quality of life and autonomy of individuals with this disease.

It should be noted that in our protocol, although muscle hypertrophy was found, there was significant decrease in blood pressure between the groups of animals, commonly the study by Borges<sup>23</sup>, which analyzed the systolic and diastolic pressure and heart rate of healthy rats. In that study the protocol consisted of a single training session and the findings showed that after a single interval training session, the animals presented reduced BP values when compared with the continuous training group. The authors concluded that during the recovery period the interval exercise promoted greater reductions in cardiac effort (hypotensive effect) than the continuous exercise training sessions.

Ferreira<sup>24</sup> used HIIT to evaluate blood pressure control and this same training model demonstrated efficiency for decreasing blood pressure in hypertensive animals. However, in this case, although the same training protocol was used, the comparison of

blood pressure values was made with Wistar Kyoto animals, a fact that differs from the present study.

Several studies have indicated that HIIT can improve blood pressure, Kessler<sup>25</sup>, conducted a systematic review and highlighted that among the included studies, the 5 articles that reported positive results regarding a reduction in blood pressure of individuals was after 12 weeks of training.

The study of Nemoto<sup>26</sup> analyzed interval training in walking, and showed a 17% increase in isometric knee extension and flexion. In addition, the peak aerobic cycling capacity was increased by 8% and aerobic walking ability by 9%. A decrease in resting blood pressure was also observed.

These findings are noteworthy since the HIIT protocol uses a high intensity of exercise, and is applied individually, which did not occur in our study, so the present study may collaborate with the literature by investigating the effects of an HIIT protocol on skeletal muscles and blood pressure of spontaneously hypertensive rats (SHR). However, the limitations should be highlighted, such as the ergometer (treadmill) used, and that the animals performed the training based on the mean values in the stress test, so that some animals performed different percentages of effort. Future studies that address other training methods, as well as different forms of ergometers, may collaborate with the present study.

## **Conclusion**

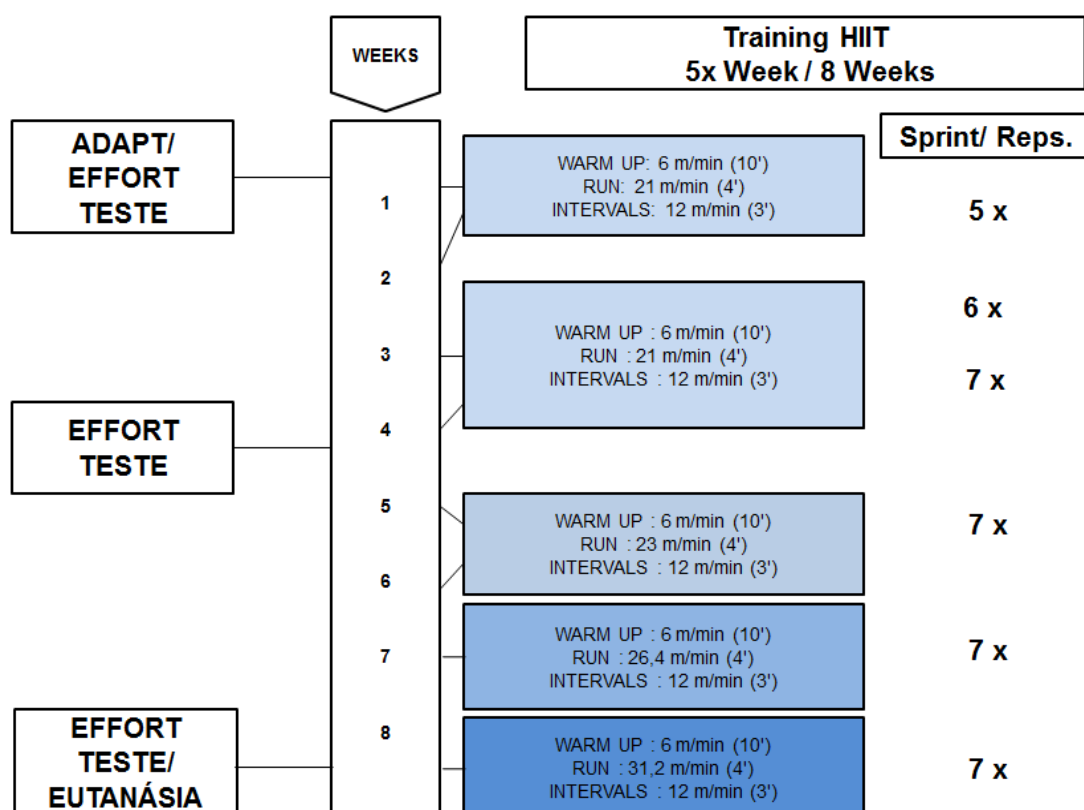
The present study found that HIIT promoted an increase in median values for the smallest diameter variable in muscle fibers of SHR animals. Moreover, although blood pressure decreased, no statistically significant differences were observed.

## References

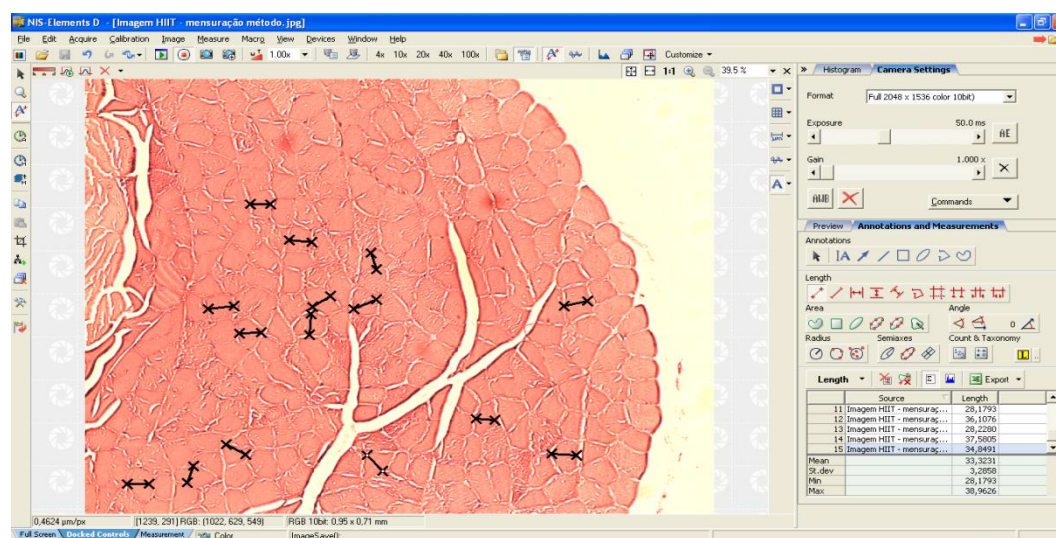
1. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors. *Hypertens*. 2011; 58(5), 950-958.
2. Piccinato CE, Cherri J, Moriya T. Hipertensão e doença arterial periférica. *Rev Bras Hipertens*, 2001; vol 8(3), julho/setembro.
3. Matavelli IS, Del Giudice EL, Matavelli R, Hunger MS, Martelli A. Hipertensão Arterial Sistêmica e a Prática Regular de Exercícios Físicos como Forma de Controle: Revisão de Literatura. *Rev Bras de Ciênc Saúde*. 2015; 18(4), 359-366.
4. Ferreira Filho C, Meneghini A, Riera ARP, Neto AS, Teixeira GK, Ferreira C. Benefícios do exercício físico na hipertensão arterial sistêmica. *Arq Med do ABC*. 2007; 32(2).
5. Cano-montoya J, Álvarez C, Martínez C, Salas A, Sade F, Ramírez-Campillo R. Recuperación cardiovascular durante ejercicio intermitente en pacientes con hipertensión y diabetes tipo 2 altamente adherentes. *Rev med de Chile*. 2016; 144(9), 1150-1158.
6. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Cur Hypertens Rep*. 2015; v. 17, n. 11, p. 87.
7. Mediano MFF, Paravidino V, Simão R, Pontes FL, Polito MD. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos controlados. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 2005; 11(6), 337-40.
8. Yamashita AS, Lira FS, Lima WP, Carnevali Jr LC, Gonçalves DC, Tavares FL, et al.. Influência do treinamento físico aeróbico no transporte mitocondrial de ácidos graxos de cadeia longa no músculo esquelético: papel do complexo carnitina palmitoil transferase. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 2008; v. 14, n. 2, p. 150-154.
9. Coswig V, Corrêa L, Sobrinho A, Del Vecchio F. Exercício intermitente de alta intensidade como alternativa na reabilitação cardiovascular: uma metanálise. *Rev Bras de Ativ Fís & Saúde*. 2015; 20(4), 340.

10. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Phys Nutr, and Metabolism*, 39(3), 409-412, 2013.
11. De Jesus Siqueira GD, Maioni LL, Soares V, Lima WA. Efeito hipotensor subagudo de uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). *Cinergis* 2017; 18(2), 114-120.
12. Camargo Filho JCS, Vanderlei LCM, Camargo RCT, Francischeti FA, Belangero WD, Pai VD. Efeitos do esteróide anabólico nandrolona sobre o músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico através de natação: estudo histológico, histoquímico e morfométrico. *Rev. Bras. Med. Esporte* 2006; Vol. 12, Nº 5 – Set/Out.
13. Rossoni LV, Oliveira RAF, Caffaro RR, Miana M, Sanz-Rosa D, Koike MK, et al.. Cardiac benefits of exercise training in aging spontaneously hypertensive rats. *J hypertens*. 2011; v. 29, n. 12, p. 2349-2358.
14. Pagan LU, Damatto RL, Cezar MDM, Lima ARR, Bonomo C, Campos DHS, et al.. Long-term low intensity physical exercise attenuates heart failure development in aging spontaneously hypertensive rats. *Cell Physiol Biochem*. 2015; v. 36, n. 1, p. 61-74.
15. Haram PM, Kemi OJ, Lee SJ, Bendheim MO, Al-Share QY, Waldum HL, et al.. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. *Cardiovasc Res*. 2009; 81, 723-732.
16. Moreira JBN, Bechara LRG, Bozi LHM, Jannig PR, Monteiro AWA, Dourado PM, et al.. High- versus moderate-intensity aerobic exercise training effects on skeletal muscle of infarcted rats. *J. App Physiol*. 2013; v. 114, p. 1029-1041.
17. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Morten O, Rognmo O, Haram PM, et al.. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circul*. 2007; v. 115, p. 3086-3094.
18. Castoldi RC, Teixeira GR, Malheiro OCM, Camargo RCT, Belangero WD, Camargo Filho JCS. Effects of 14 weeks resistance training on muscle tissue in Wistar rats. *Int. J. Morphol*. 2015; 33(2):446-451.
19. Dal Pai Silva M, editor. *Histoenzimologia: teoria e prática*. Instituto de Biociências – Unesp, Botucatu, 1995.

20. Dubowitz V, Oldfors A, Sewry CA, editors. Muscle Biopsy: A Practical Approach: Expert Consult; Online and Print. Elsevier Health Sciences, 2013.
21. Bucci M, Vinagre EC, Campos GER, Curi R, Pithon-Curi TC. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. Rev Bras Ciên Mov. 2008; v. 13, n. 1, p. 17-28.
22. Lima RCM, Santiago L, Moura RMF, Filaretti FAZ, Souza CSA, Evangelista SSM, et al.. Efeitos do fortalecimento muscular da panturrilha na hemodinâmica venosa e na qualidade de vida em um portador de insuficiência venosa crônica. J. Vasc. Bras. 2002; v. 1, n. 3, p. 219-26.
23. Borges JP, Masson GS, Tibiriçá E, Lessa MA. Exercício Aeróbico Intervalado Induz Maior Redução na Sobrecarga Cardíaca na Recuperação em Ratos. Arq. Bras. Cardiol. 2014; v. 102, n. 1, p. 47-53.
24. Ferreira NZ, De Souza FLA, Mariano TB, Carrara B, Collegio G, Molinari AO, et al.. Efeito hipotensor do exercício intervalado de alta intensidade em animais espontaneamente hipertensos. Colloq Vitae. 2017; Vol. 9 (3), Setembro.
25. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. Sports Med. 2012; 42(6), 489-509.
26. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of High-Intensity Interval Walking Training on Physical Fitness and Blood Pressure in Middle-Aged and Older People. Mayo Clin. Pro.2007; 82, 803–811.



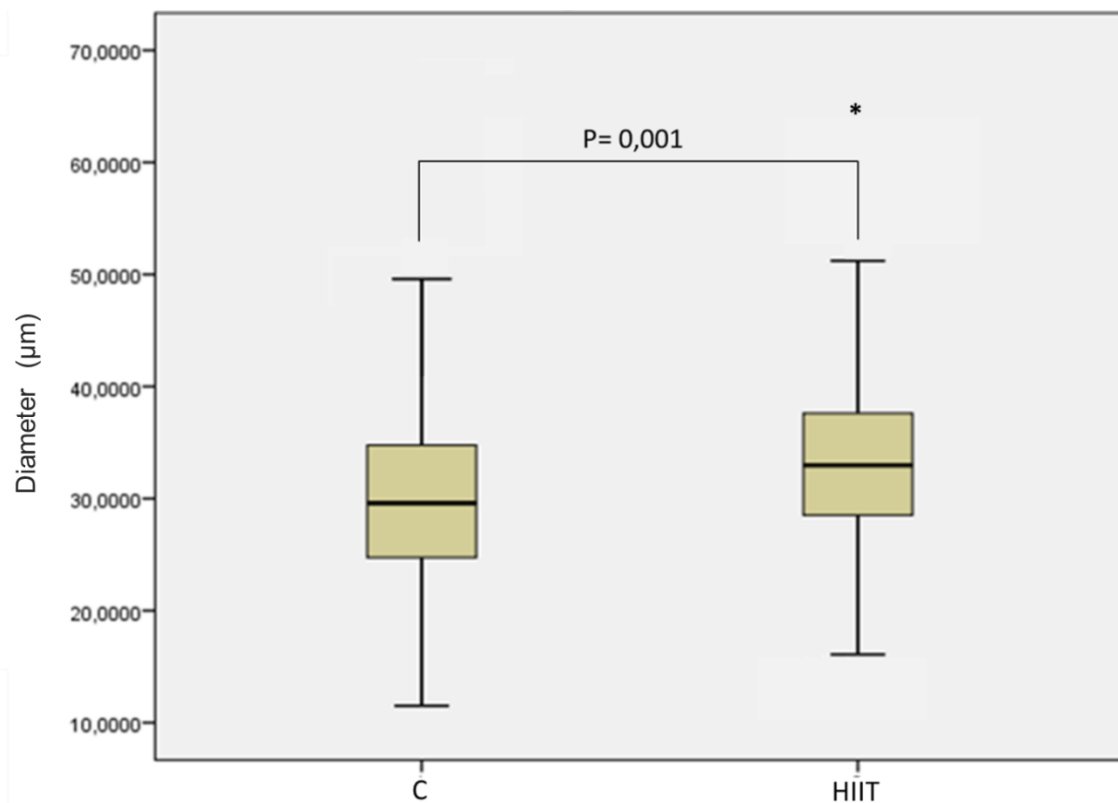
**Figure 1.** Training Protocol used in the present study.



**Figure 2:** SPSS 22.0 software and measurement of smallest fiber diameter



**Figure 3.** Muscle fibers in the different groups of animals. (A): Control SHR Group; (B): HIIT Training SHR Group.



**Figure 1.** Comparison between medians in the different groups of animals. \*Statistical difference presented by the Mann Whitney test with a significance value of 5% ( $p < 0.05$ ).

**Table 1:** Results of systolic blood pressure

| <b>Groups</b> | <b>Blood Pressure</b> | <b>Before (mmHg)</b> | <b>After (mmHg)</b> | <b><i>p</i></b> | <b><math>\Delta</math></b> | <b><i>p</i></b> |
|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Control       | Mean                  | 202,12               | 223,85              |                 | 21,73                      |                 |
|               | Standard Deviation    | 25,43                | 33,29               | 0,187           |                            | 0,012           |
| HIIT          | Mean                  | 210,80               | 200,35              |                 | -10,45                     |                 |
|               | Standard Deviation    | 18,95                | 21,27               |                 |                            |                 |

Comparison between means in different groups of animals. Analysis of variance test - ANOVA with after Tukey test. Mann-Whitney test with a significance value of 5% ( $p < 0.05$ ). HIIT: High Intensity Interval Training. Systolic blood pressure variation  $\Delta$ : final value – value starts.

## Anexo II: Normas da Revista Motriz

### INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Important information for authors:

- Only English manuscripts are accepted.
- To verify originality, all the manuscripts will be checked by originality detection service using the Software iThenticate, crossref similarity check. If evidence of plagiarism is found before the reviewing process, the manuscript will be rejected and a letter to the corresponding author will be sent. If the evidence of plagiarism is found after acceptance, or even after publication of the paper, the authors will be offered a chance for rebuttal. If the arguments are found to be not satisfactory, the article will be retracted. The final decision will be made by the Editor-in-Chief.
- Motriz Journal uses a single-blind review system;
- After acceptance and production process, a PDF file will be sent by e-mail to the corresponding authors for reading proof.
- The editor-in-Chief retains the final decision concerning the acceptance or rejection of the submitted manuscripts.
- After the manuscript has been accepted, addition, removal or rearrangement of author will be not allowed. If the corresponding author would like to change authorship during reviewing process, it must be included a confirmation from the author being added or remove;
- Publication fee: from July 2019 onwards, Motriz Journal will charge a publication fee for its maintenance even though the Journal receives subsidies from Public Institution, the financial support is not sufficient for production of the Journal. Given that, the authors (or your Institution) have certain rights to reuse the published work. The amount charged is described below.

Organization of the manuscript:

Present your manuscript in the order below:

#### 1. First Page:

- title: First letter capitalized, subsequent letters in lower case. Avoid abbreviations.
- Short title.
- All authors name and affiliations. If necessary, use superscripted lowercase letters after the author's name to distinguish affiliations
- Author to whom proofs and correspondence should be sent, including name, mailing address, and e-mail address.

2. A structured abstract has to be submitted for original articles (not for mini reviews). No more than 250 words with the following headings: Aims; Methods; Results; and Conclusion.

3. Main text: *Manuscript should include the following sections: Abstract, Introduction, Methods (insert the process number of Ethics Committee), Results, Discussion, and Conclusions.* The manuscript shall be double-spaced, Times font, size 12 pt., text left justified, with number of pages limited as the sections above. Page margin size is 2.5 cm top, bottom, left and right sides. Figures and Tables must be inserted at the end of the

manuscript, properly numbered and labeled. If the manuscript is approved, a jpg or tiff file for each figure will be requested. Each page must be numbered, with lines numbered in order to facilitate the review process.

### Reference style

**The abbreviated title of Motriz Journal is Motriz: J. Phys. Ed., which can be used in citations, footnotes and in the list of references. eISSN: 1980-6574.**

#### *Text*

Use Arabic numerals in the text in numerical order superscript separated by comma 1,2,3,4,5,6. The authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given. Example: '...as demonstrated<sup>3,6</sup>. Engles and Jones<sup>8</sup> obtained a different ...'

#### *Reference list*

At the end of the paper in the same order in which they were cited in the text, the complete reference with author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present.

Please follow the examples below to format the references of your manuscript.

Examples:

#### *ARTICLES*

1. Cayres SU, de Lira FS, Machado-Rodrigues AM, Freitas Junior IF, Barbosa MF, Fernandes RA. The mediating role of physical inactivity on the relationship between inflammation and artery thickness in prepubertal adolescents. *J Pediatr*. 2015;166(4):924-9.

If the work you need to reference has more than six authors, you should list the first six authors, followed by 'et al.':

2. Antunes M, Christofaro DG, Monteiro PA, Silveira LS, Fernandes RA, Mota J, et al. Effect of concurrent training on gender-specific biochemical variables and adiposity in obese adolescents. *Arch Endocrinol Metab*. 2015;59(4):303-9.

#### *BOOK: PRINT*

3. Zanesco A, Puga G, editors. Doenças cardiometabólicas e exercícios físicos. Ed. Rio De Janeiro, Revinter, 2013.

#### *CHAPTER BOOK*

4. Santos DM, Pesquero JL. Exercício físico e Sistema renina-angiotensina. In: Doenças cardiometabólicas e exercícios físicos. Rio de Janeiro, Revinter; 2013. p. 69-80.

#### *e-BOOK: ONLINE/ELETRONIC*

5. Simons NE, Menzies B, Matthews M. A Short Course in Soil and Rock Slope Engineering. London: Thomas Telford Publishing; 2001. Available from: <http://www.mylibrary.com?ID=93941> [Accessed 18th June 2015].

#### *WEB PAGE/WEBSITE*

6. European Space Agency. Rosetta: rendezvous with a comet. Available

from: <http://rosetta.esa.int> [Accessed 15th June 2015].

#### DISSERTATIONS AND THESIS

7. Souza AP. Participação de selênio na resistência à cardiopatia chagásica. Rio de Janeiro. Tese [Doutorado em Biologia Parasitária] - " Instituto Oswaldo Cruz; 2003.

8. Ribeiro H. Ilha de calor na cidade de São Paulo: sua dinâmica e efeitos na saúde da população. São Paulo. Tese [Livre-Docência em Saúde Pública] - Faculdade de Saúde Pública da USP; 1996.

Use of DOI is highly encouraged.

#### **Proofs**

All manuscripts will undergo some editorial modification, so it is important to check proofs carefully. The corresponding author will be sent an email asking them to check their proofs. The email will either have a link for authors to access their PDF proofs online, or will have a PDF proof attached.

To avoid delays in publication, proofs should be checked and returned within 2 working days. The preferred method of correction is by annotated PDF. Extensive changes to the text may be charged to the author.

#### **Copyrights**

Copyrights of published articles are the property of Motriz. Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a "Journal Publishing Agreement." Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An email will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a "Journal Publishing Agreement" form or a link to the online version of this agreement.

#### **Guiding Principles for Research Involving Animals and Human Beings**

##### *Animal research:*

Research involving animals must adhere to Guiding Principles in the Care and Use of Animals in Research in agreement with the Brazilian Council for using animal in research (CONCEA/BR) and a statement of protocol approval from a Local Committee must be included in the Methods section of the manuscript. Studies involving surgeries or other painful procedures must include an explanation of steps taken to mitigate pain and distress, including the types and dosage of anesthetics and post-operative analgesics that were used.

##### *Human Studies*

Protocols involving human subject (healthy or not) must be reviewed and approved by a research Ethics Committee prior to starting the study, and participants must provide written informed consent as stated by Brazilian Council of Ethics in research with human subject (CONEP/BR). These two statements must be affirmed in the Methods section of the manuscript.

All the procedures should be conducted according to high standards of safety

and ethics. We reserve the right to refuse the manuscript, if the authors fail to provide ethical information during submission process.

To ensure these requirements, it is essential that submission documentation is complete with the three required documents:

1. Approval of Institutional Ethics Committee:  
<http://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/guiding-principles-for-research-involving-animals-and-human-beings.pdf>
2. Declaration of conflict of interest:  
<http://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/disclosure-of-potential-conflict-of-interest.docx>
3. Journal Publishing Agreement signed by the corresponding author on behalf of co-authors:  
<http://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/authors-agreement.docx>

These supplementary files must be attached in the Motriz electronic system.

### **Publication Fee**

Accepted articles from **July 2019** onwards, the fee values will be BRL 450,00 or US dollars 250.00) for original articles, reviews and comments, and BRL 250,00 or US dollars 150.00 for brief communication or methods. No charges will be applied for submission. Motriz will provide to the authors the required proof of payment for requesting reimbursement from their home institutions, graduate programs or support of research agencies.

### **Peer review process**

An original manuscript submitted for publication will be submitted to the review process as long as it fits the following criteria:

- ✓ the study was not previously published, nor has been submitted simultaneously for consideration of publication elsewhere;
- ✓ all persons listed as authors approved its submission to Motriz;
- ✓ any person cited as a source of personal communication has approved the quote;
- ✓ the opinions expressed by the authors are their exclusive responsibility;
- ✓ the author signs a formal statement that the submitted manuscript complies with the directions and guidelines of Motriz.

The Editor-in-Chief and Associate Editors will make a preliminary analysis regarding the appropriateness, quality, originality and written style/grammar of the submitted manuscript. The editors reserve the right to request additional information, corrections, and guideline compliance before they submit the manuscript to the "ad-hoc" review process.

Minor changes in the text may be made at the discretion of the Editors-in-Chief and/or Associate Editors. Changes can include spelling and grammar in the chosen language, written style, journal citations, and reference guidelines. The author is notified of changes at any point of the review process, or during the paper production for publication. The final version is available to the author for his or her approval before it is published.

Motriz uses "ad-hoc" reviewers, who volunteer to analyze the merit of the study. Typically, one or more expert reviewers are consulted in a single-blind process. Authors are notified by e-mail when their submission has

been accepted (or rejected).

Important: The Motriz Editorial Board believes that majority of research authors who submit manuscripts to this journal expects positive and high quality reviews of their peers. In addition, this board expects that all authors who consider submitting a manuscript, have already submitted, or have a paper recently published in Motriz must act, upon invitation, as "ad hoc" reviewer of manuscripts submitted to this journal.

Published manuscripts are entirely the responsibility of the authors and do not reflect opinions or personal views of Motriz Journal editors or associate editors.

#### *Archiving*

Motriz utilizes the LOCKSS system to create a distributed file system among participating libraries and allows them to create permanent archives of the journal for the preservation and restoration of files.

href="<http://lockss.stanford.edu/>"

*Motriz publishes the following articles/categories:*

- *Editorial:* Editor-in-Chief or Guest Editor of Motriz Journal are responsible to write this Editorial section
- *Mini-reviews:* Mini review is a new section in Motriz Journal and its based on personal invitation. It is recommended a word text with eighteen pages mostly, with a graphical abstract (if appropriate) and no more than forty references.
- *Original articles:* Includes full paper (over 10 printed pages) and short paper (equal or under 10 printed pages). Articles in these categories are the results of empirically- or theoretically-based scientific research, which employ scientific methods, and which report experimental or observational aspects of Exercise Sciences, such as clinical, basic research, psychological or social characteristics. Descriptive analyses or data inferences should include rigorous methodological structure as well as sound theory.
- *Case report:* An article that describes and interprets an individual case, often written in the form of a detailed story. This category of paper includes original and unique descriptions of practical that relate to the Journal's areas of interest. They can include experimental studies, clinical or controlled trials, pedagogical experiences. The article must be supported by methodologically appropriate evidence. Human or animal studies must comply with official Ethics Committee standards.
- *Invited paper and award paper* - This category includes invited papers from authors with outstanding scientific credentials. Nomination of invited authors is at the discretion of the Motriz Editorial Board. Motriz also publishes award papers selected by the scientific committee of the International Congress of Human Movement Sciences and the São Paulo Symposium of Physical Education. These papers appear in one issue every two years.
- *Special issue:* Invited Guest Editors are responsible for Special Issue (SI) who has expertise in the topic of the SI. SI should comprise of approximately 12-15 articles with relevance to a wide international and multidisciplinary readership. SI also includes abstracts of oral and poster presentations, approved by the Scientific Committee of the International Congress of Physical Education and Human Movement and the São Paulo Symposium of Physical Education. The

*Supplemental Issue appears once every two years. Proceedings of others conference meeting may also be published with a publication fee.*

- *Videos Research: Videos demonstrating cutting edge of Exercise Sciences and scientific results as well as clinical cases are very welcome to Motriz Journal. The video research has to be high-quality demonstrations of procedure in Exercise Sciences allowing easy comprehension of the information. Additional concise manuscripts to each video detail the procedures and the findings in a bullet point style are accepted. The length of the video should be 3-5 min. Human or animal studies must comply with official ethics committee standards.*
- *Protocol design and ideas research exchange: This session aims to publish protocols design from leading experts in exercise/training field. The main goal is to share the best methods to answer questions in Exercise Science either in human studies or experimental models. The authors should give full information of the design protocol addressing advantages and limitations of the methods. The merit/originality of the article will be externally peer-reviewed. The main audience of this session is young researchers and beginners in Exercise Science, thus only protocols that have research applications will be published.*

#### Features Topics Including:

- Acute and chronic effects of exercise in health
- Adaptive Sports
- Adventure sports and leisure
- Economics and health in exercise science
- Epidemiology
- Exercise and bone health
- Exercise Physiology
- Lipid Metabolism
- Neural Control of movement
- Pediatrics
- Sport Humanities (including the perspectives of history, pedagogy, sociology, philosophy, cultural anthropology, olympism, physical education theory)
- Sports Coaching
- Sports training

#### Forms link

1. "Disclosure of Potential Conflict of Interest" Form

<http://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/disclosure-of-potential-conflict-of-interest.docx>

2. "Author's agreement" Form

<http://ib.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/EducacaoFisica/authors-agreement.docx>

There are no fees for submission and evaluation of articles.

## Anexo III: Normas da Revista Brasileira de ciência do Esporte

### 1. INTRODUÇÃO

A Revista Brasileira de Ciências do Esporte (RBCE, eISSN 2179-3255), é um periódico com publicação trimestral do Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte (CBCE), atualmente editada e mantida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a Elsevier. Cada edição apresenta investigações originais sobre temas atuais e relevantes provenientes de profunda reflexão teórica e/ou rigorosa investigação empírica.

Além disso, a RBCE publica revisões abrangentes sobre temas atuais em Educação Física/Ciências do Esporte, que refletem a significativa diversidade teórica, metodológica, disciplinar, interdisciplinar e geográfica da área.

A RBCE segue as práticas editoriais que incentivam as recomendações de ética na pesquisa, como o Guia de boas práticas para o fortalecimento da ética na publicação científica (SCIELO). Para eventuais dúvidas e esclarecimentos, consulte as páginas de informação a seguir: Ética na publicação e Diretrizes éticas para publicação de periódicos.

#### 1.1 Licença de usuário final

A RBCE é uma revista de acesso aberto, todos os artigos podem ser acessados e baixados por qualquer pessoa, livre de quaisquer taxas ou demais cobranças. Utiliza uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND) para fins não comerciais, permite que outros distribuam e copiem o artigo, e incluam em um trabalho coletivo desde que creditem o (s) autor (es) e desde que não alterem ou modifiquem o artigo<sup>1</sup>.

A RBCE é subsidiada pelo CBCE, que custeia a maior parte dos custos da revista. Porém, para a publicação de seus artigos, os autores devem realizar o pagamento de uma taxa, ou se filiar ao CBCE, no intuito de compartilhar estes custos com a entidade. Editores e pareceristas não tem acesso aos dados de pagamento dos autores, portanto o aceite do manuscrito é baseado exclusivamente na sua qualidade científica, notoriedade e relevância.

### 2. IDIOMA DOS ARTIGOS

Artigos da subárea da Biodinâmica devem ser submetidos obrigatoriamente em língua inglesa. Artigos das subáreas Sociocultural e Pedagógica podem ser submetidos em Português, Inglês ou Espanhol.

### 3. TIPOS DE ARTIGOS

#### 3.1 Artigos Originais

Trabalhos de investigação original, teórica (ensaios) e/ou empírica sobre temas relevantes e sem precedentes, de preferência apresentando os seguintes elementos ou variações fundamentais, de acordo com os resultados da exposição e da investigação do objeto: introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão e referências bibliográficas. O tamanho máximo dos artigos da subárea da Biodinâmica é de **25.000 caracteres** (contando espaços e todos os elementos textuais). O tamanho máximo dos artigos das subáreas Sociocultural e Pedagógica é de **35.000 caracteres** (contando espaços e todos os elementos textuais). O número de caracteres será contabilizado incluindo todos os elementos presentes no manuscrito, inclusive as tabelas. Consideram-se elementos textuais os títulos, resumos, palavras-chaves, notas de rodapé, referências bibliográficas, títulos e fontes de tabelas e ilustrações. Importante ressaltar que, mesmo após processo de revisão editorial, o manuscrito deverá manter-se dentro do limite máximo de caracteres de acordo com a subárea.

### 3.2 Artigos de Revisão

Artigos cujo objetivo é resumir e/ou avaliar os trabalhos científicos já publicados, estabelecendo perfis temporais, temáticos, disciplinares e/ou geográficos para analisar a literatura consultada. As submissões dos artigos da revisão acontecerão somente através de uma demanda induzida. Em outras palavras: o Conselho Editorial convidará os autores a publicar nesta seção, incentivando a avaliação do estado da arte de diferentes áreas, temas, questões e técnicas de pesquisa que compõem a Educação Física/Ciências do Esporte. Pesquisadores experientes e/ou reconhecidos interessados em submeter artigos de revisão podem enviar suas propostas previamente ao exame do Conselho editorial. O tamanho máximo dos artigos da subárea da Biodinâmica é de **25.000 caracteres** (contando espaços e todos os elementos textuais). O tamanho máximo dos artigos das subáreas Sociocultural e Pedagógica é de **35.000 caracteres** (contando espaços e todos os elementos textuais). Nesse sentido, artigos direcionados para esta seção de maneira indevida serão prosseguidos para o arquivamento da submissão automaticamente.

## 4. PROCESSO DE SUBMISSÃO

A submissão de trabalhos deve ser realizada através do link < <http://ees.elsevier.com/rbce>>. O artigo não pode ter sido publicado anteriormente (exceto na forma de resumos, partes de trabalhos acadêmicos como dissertações e teses, ou na forma de preprints eletrônicos<sup>2</sup>), nem estar sendo avaliado em outro periódico. Todos os artigos submetidos passam pela verificação de similaridade, a partir do serviço [CrossCheck](#).

A submissão compreende o envio dos seguintes arquivos: Termo de acordo dos autores (4.1); Folha de Rosto (4.2); Artigo (4.3); Comitê de Ética (4.4), se for o caso; Arquivos individuais de quadros e tabelas (4.5), figuras (4.6) e vídeos (4.7). Um vídeo tutorial de como efetuar uma submissão no sistema Evise pode ser acessado [clikando aqui](#).

### 4.1 - Termo de acordo dos autores

Trata-se de uma carta que deverá ser assinada por todos os autores, autorizando a publicação do artigo e declarando que o mesmo é inédito e que não foi ou está submetido para publicação em outro periódico. A RBCE orienta que só devem assinar os trabalhos as pessoas que de fato participaram das etapas centrais da pesquisa, não bastando, por exemplo, ter revisado o texto ou apenas coletado os dados. Todas as pessoas relacionadas como autores, por ocasião da submissão de trabalhos na RBCE, estarão automaticamente declarando responsabilidade nos termos dos modelos abaixo (itens A e B). Estes itens deverão compor carta (copiar os dois itens e colar em um único arquivo em formato PDF), que deverá ser inserida no sistema no momento da submissão.

- A) Declaração de Responsabilidade: “Certifico que participei suficientemente do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo. Certifico que o artigo representa um trabalho original e que nem este artigo, em parte ou na íntegra, nem outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, foi publicado ou está sendo considerado para publicação em outra revista, quer seja no formato impresso ou no eletrônico. Atesto que, se solicitado, fornecerei ou cooperarei totalmente na obtenção e fornecimento de dados sobre os quais o artigo está baseado, para exame dos editores”.
- B) Transferência de Direitos Autorais: “Declaro que, em caso de aceitação do artigo por parte da Revista Brasileira de Ciências do Esporte (RBCE), concordo que os direitos autorais a ele referentes se tornarão propriedade exclusiva do Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte (CBCE), vedado qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de

divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento ao CBCE e os créditos correspondentes a RBCE.”

4.1.1 - Informação Suplementar: Em artigos com 04 (quatro) ou mais autores devem ser obrigatoriamente especificadas na referida carta as responsabilidades individuais de todos os autores na preparação do trabalho, de acordo com o modelo a seguir: “Autor X responsabilizou-se por...; Autor Y responsabilizou-se por...; Autor Z responsabilizou-se por..., etc.”

#### 4.2 - **Folha de Rosto**

Este documento deve conter exclusivamente:

4.2.1. Título do trabalho;

4.2.2. Identificação completa de todos os autores, contendo:

- E-mail;
- Último grau acadêmico;
- Filiação institucional (Departamento ou Programa de Pós-graduação, Centro ou Setor, Instituição de Ensino ou Pesquisa),
  - As afiliações devem ser apresentadas em ordem hierárquica decrescente (p.e Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Pediatria) e na língua original da instituição ou na versão em inglês quando a escrita não é latina (p.e: Johns Hopkins University, Universidade de São Paulo, Université Paris-Sorbonne).
- Cidade, Estado (unidade da Federação) e país;
- ORCID de todos os autores; O ORCID id tem que ser inserido no perfil do EVISE. Para isso é preciso ir a Update your details > ORCID field, se algum dos autores não tem o ORCID id, pode cadastrar-se em <https://orcid.org/>
- Endereço postal e telefone (apenas do contato principal do trabalho);

4.2.3 - Apoio financeiro: É obrigatório informar sob a forma de nota de rodapé, todo e qualquer auxílio financeiro recebido para a elaboração do trabalho, inclusive bolsas, mencionando agência de fomento, edital e número do processo. Essa informação será mantida na publicação em campo específico. Caso a realização do trabalho não tenha contado com apoio financeiro, acrescentar a seguinte informação: “*O presente trabalho não contou com apoio financeiro de nenhuma natureza para sua realização*”.

4.2.4 - Conflitos de interesse: É obrigatório declarar a existência ou não de conflitos de interesse sob a forma de nota de rodapé. Essa informação será mantida na publicação em campo específico. Não havendo conflitos de interesse acrescentar a seguinte informação: “*Os autores declaram não haver conflitos de interesse*”.

4.2.5 - Agradecimentos: caso sejam mencionados, deverão vir sob a forma de notas de rodapé.

#### 4.3 - Artigo

O artigo deve vir em arquivo completo contendo o texto a ser avaliado, em formato .doc ou .docx (arquivos editáveis do Microsoft Office Word), margens 2,5 cm, tamanho A4. Além disso, o nome do arquivo não deverá conter a identificação do(s) autor(es).

O artigo deverá ter, obrigatoriamente, as seguintes informações: Título, Resumo e Palavras-chave, seguindo a ordem abaixo:

4.3.1 - Título informativo e conciso, em negrito, alinhado à esquerda e caixa baixa (iniciais e nomes próprios deverão vir em caixa alta);

4.3.2 - Resumo com um máximo de 790 caracteres contando os espaços;

4.3.3 - Palavras-chave: quatro termos separados por um ponto-e-vírgula. Cada termo em uma nova linha e apenas as letras iniciais em caixa altas. Recomenda-se o uso dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS, < [http:// decs.bvs.br](http://decs.bvs.br)>).

As informações acima deverão estar na língua em que o artigo será submetido (Português, Inglês ou Espanhol). Em seguida, deverão constar as mesmas informações correspondentes, com a mesma formatação, traduzidas para os demais idiomas (Português, Inglês e Espanhol). Importante ressaltar que cada resumo deverá respeitar o limite máximo de 790 caracteres (Português, Inglês e Espanhol).

4.3.4 - Corpo do texto: Fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento entre linhas 1,5; Citações com mais de três linhas, notas de rodapé, legendas e fontes das ilustrações, figuras e tabelas, devem ser em tamanho 11, espaçamento simples. Os subtítulos das seções devem ser digitados em caixa alta e alinhados à esquerda (sem negrito); Notas de rodapé: Somente notas explicativas e que devem ser evitadas ao máximo. As notas contidas no artigo devem ser indicadas com algarismos arábicos e de forma sequencial imediatamente depois da frase a que diz respeito. As notas deverão vir no rodapé da página correspondente. Observação: não inserir Referências completas nas notas, apenas como referência nos mesmos moldes do texto.

4.3.5 - Referências: Devem ser atualizadas contendo, preferencialmente, os trabalhos mais relevantes sobre o tema publicados nos últimos cinco anos. Deve conter apenas trabalhos referidos no texto. A apresentação deverá seguir o formato denominado “Vancouver Style”<sup>3</sup> (sistema de chamada AutorData). As citações no texto devem referir-se a: 1. Autor único: sobrenome do autor (sem iniciais, a menos que haja ambiguidade) e ano de publicação; 2. Dois autores: ambos os sobrenomes dos autores e o ano de publicação; 3. Três ou mais autores: sobrenome do primeiro autor seguido de “et al.” e o ano de publicação. Sugere-se o uso do DOI quando disponível. A lista de referências deverá ser apresentada em ordem alfabética.

#### **4.4- Comitê de Ética**

Os critérios éticos da pesquisa devem ser respeitados dentro dos termos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, quando envolver experimentos com seres humanos; e de acordo com os Princípios éticos na experimentação animal da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório - COBEA, quando envolver animais. Os autores deverão obrigatoriamente encaminhar como Documento suplementar, juntamente com os artigos nas situações que se enquadram nesses casos, o parecer de Comitê de Ética reconhecido ou declaração de que os procedimentos empregados na pesquisa estão de acordo com os princípios éticos que norteiam as resoluções já citadas.

#### **4.5- Tabelas e Quadros**

Quando for o caso, devem ser numeradas por ordem de aparecimento no texto com números arábicos. No corpo do artigo, deve ter um título (antes da tabela ou quadro), uma legenda explicativa (após a tabela ou quadro) e apresentar as fontes que lhes correspondem. As tabelas e quadros deverão estar inseridos no corpo do texto, além disso, deverão também ser enviadas separadas do texto principal do artigo, através de arquivos individuais, nominados conforme a ordem em que estão inseridos no texto (ex.: Quadro 1, Tabela 1, Quadro 02, Tabela 02 etc.), enviados separadamente, nos arquivos individuais devem vir em formato de texto editável (.doc ou .docx). Deve-se evitar o uso de margens e linhas verticais nas tabelas. As legendas e fontes devem ser em tamanho 11, fonte Times New Roman.

#### **4.6- Imagens, Fotografias, Ilustrações**

Caso o artigo contenha figuras (imagens, gráficos, tabelas, fotos, etc) ou qualquer outra reprodução (fotos, letras e poemas), e o autor não detenha os direitos autorais, é necessário enviar uma declaração autorizando o uso de cada imagem ou documento (por escrito e autenticado), e declarando que o material a ser reproduzido no artigo (incluir o título do artigo na declaração referida) é liberado para tal finalidade. Qualquer pagamento para obtenção de autorização deverá ser feito pelos autores.

##### **• Manipulação de imagens**

Embora seja aceito que os autores às vezes precisem manipular imagens para a clareza, a manipulação para fins de engano ou fraude será vista como abuso ético científico e será tratada de acordo. Para imagens gráficas, a RBCE está aplicando a seguinte diretiva: nenhum recurso específico dentro de uma imagem pode ser aprimorado, obscurecido, movido, removido ou introduzido. Ajustes de brilho, contraste ou equilíbrio de cores são aceitáveis desde que não obscureçam ou eliminem qualquer informação presente no original. Os ajustes não-lineares (por exemplo, alterações nas configurações de gama) devem ser divulgados na legenda.

- Usar letras e dimensionamento uniformes do trabalho artístico original;
- Fontes preferenciais: Arial (ou Helvetica), Times New Roman;
- Numerar as ilustrações de acordo com a sua sequência no texto;
- Utilizar uma nomenclatura lógica para os arquivos de imagem;
- Os arquivos de figura individuais maiores que 10 MB devem ser fornecidos em arquivos de origem separados. Um detalhado [guia de arte-final eletrônica](#) está disponível.
- Independentemente do software utilizado na criação/configuração da imagem, artes, ilustrações ou quaisquer elementos gráficos, todas devem ser enviadas em formato TIFF, resolução mínima de 300 dpi. Não enviar fora de proporção e/ou com baixa resolução.
- Legendas e títulos devem acompanhar as imagens figuras, ilustrações e gráficos, contendo sua descrição breve e fonte. Deve-se usar fonte Times New Roman, tamanho 11.

#### **4.7- Dados em vídeo**

Os autores que têm os arquivos Vídeo ou animação e desejam submeter com seu artigo podem incluir links a estes dentro do corpo do artigo. Isso pode ser feito da mesma forma que uma figura ou tabela, referindo-se ao conteúdo de vídeo ou animação e indicando no corpo do texto o link para acesso. Todos os arquivos enviados devem ser rotulados adequadamente para que eles se relacionem diretamente ao conteúdo do arquivo de vídeo. A fim de garantir que o material de vídeo ou animação seja diretamente utilizável, deve vir nos formatos de arquivo recomendado com um tamanho máximo preferencial de 150 MB. Arquivos de vídeo e animação fornecidos serão publicados on-line na versão eletrônica do artigo em Elsevier Web Products. Para mais instruções detalhadas visite as [páginas de instruções de vídeo da Elsevier](#).

#### **4.8- Outros dados da pesquisa**

Caso os autores tenham interesse, podem enviar outros dados que sirvam de suporte para a pesquisa (arquivos, documentos, relatórios, protocolos, softwares, códigos, algoritmos, bases de dados e outros materiais relacionados ao artigo), permitindo a conexão entre os dados e o artigo. Para maiores informações acesse a [página sobre compartilhamento de dados da pesquisa, vinculação de bases de dados](#), e o [tutorial](#) do processo de compartilhamento de dados dentro do sistema Evise.

## **5. FLUXO EDITORIAL**

Os artigos que atenderem as instruções aos autores serão submetidos ao Comitê Editorial ou a pareceristas *ad hoc*. A RBCE adota uma política de avaliação por pares (*peer-review*), garantindo a qualidade da avaliação através de um corpo de pareceristas especializados, e sistema duplo- cego, assegurando o anonimato e integridade da avaliação, visto que os pareceristas não tem acesso a identidade dos autores. Os autores podem sugerir pareceristas para avaliar seus trabalhos, e podem indicar aqueles que não gostariam. Cabe a equipe editorial aceitar ou não a sugestão. Os Editores Associados avaliam o mérito do trabalho e encaminham para os pareceristas. Artigos aceitos, ou aceitos com indicação de reformulação, poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações no processo de editoração. A seguir apresenta-se um esquema do fluxo editorial da RBCE, apresentando os principais processos que envolvem o trabalho da Equipe Editorial

#### **5.1 Artigos aceitos**

O autor responsável pela submissão será comunicado da decisão editorial, e receberá instruções para o pagamento da taxa de publicação. A publicação de artigos na RBCE, após a aprovação, ocorre mediante a associação do(s) autor(es) no CBCE ou, então, por pagamento de taxa de publicação. A taxa de publicação corresponde atualmente ao valor de US\$ 250,00 a ser pago quando da entrada do artigo na fase de editoração, pós aprovação. Quando o(s) autor(es) forem associados ao CBCE estarão isentos de qualquer taxa.<sup>4</sup>

Uma versão do artigo aprovado em fase de produção (em PDF) será enviado por e-mail para o autor correspondente ou, um link será fornecido no e-mail para que os autores podem baixar os arquivos próprios, e realizar quaisquer comentários para ajustes e correções na versão para publicação. Instruções sobre como anotar arquivos PDF irá acompanhar as provas (também dada on-line). Caso o autor não queira usar a função anotações PDF, poderá listar as correções (incluindo as respostas ao formulário de consulta) e devolvê-las ao Elsevier no e-mail recebido, contendo as correções citando número de linha. Esta versão de aprovação destina-se apenas para verificar a composição, edição, completude e correção do texto, tabelas e números. Alterações significativas no artigo aceito para publicação só serão consideradas nesta fase com a permissão do editor.



## Anexo III – Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais

30/01/2020

Certificado

### UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PPG - Programa de Pesquisa de Pós-Graduação  
PEIC - Programa Especial de Iniciação Científica

## Parecer Final

Declaramos para os devidos fins que o Projeto de Pesquisa intitulado "EFEITO DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NOS TECIDOS ÓSSEO E MUSCULAR DE RATOS ESPONTANEAMENTE HIPERTENSOS", cadastrado na Coordenadoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CPDI) sob o número nº 4115 e tendo como participante(s) THAOAN BRUNO MARIANO (discente), FRANCILENE LIMA AGOSTINHO DE SOUZA (discente), SERGIO RUIZ FERREIRA (discente), PAULO HENRIQUE ALEIXO (discente), MURILLO MARTINS ROGERIO (discente), LUCAS DA SILVA SANTOS (discente), GUILHERME AKIO TAMURA OZAKI (participante externo), FRANCIS LOPES PACAGNELLI (docente), EVERTON ALEX CARVALHO ZANUTO (docente), ROBSON CHACON CASTOLDI (orientador responsável), foi avaliado e APROVADO pelo COMITÊ ASSESSOR DE PESQUISA INSTITUCIONAL (CAPI) e COMISSÃO DE ÉTICA USO DE ANIMAIS (CEUA) da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE de Presidente Prudente/SP.

Este Projeto de Pesquisa, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido APROVADO em reunião realizada em 04/10/2017.

Vigência do projeto: 08/2017 a 12/2018.

| Espécie/Linhagem | Nº de Animais | Peso       | Idade    | Sexo | Origem         |
|------------------|---------------|------------|----------|------|----------------|
| Ratos Wistar     | 20            | 500 gramas | 12 meses | M    | Unesp Botucatu |

Presidente Prudente, 20 de Dezembro de 2017.

  
Prof. Dr. Air Rodrigues Garcia Jr.  
Coordenador Científico da CPDI

  
Profª Ms. Adriana Falco de Brito  
Coordenadora da CEUA - UNOESTE

Coordenadoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - CPDI - 18 3229-2079 - cpdi@unoeste.br  
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP - 18 3229-2079 - cep@unoeste.br  
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA - 183229-2079 - ceua@unoeste.br

valide este documento em [www.unoeste.br/sgp/certificados/ver.asp?h=f044b74d7270bd4df025620e30d4e667](http://www.unoeste.br/sgp/certificados/ver.asp?h=f044b74d7270bd4df025620e30d4e667) informando o código de segurança B44B74D7270BD4DF025620E30D4E667

<https://www.unoeste.br/SGP/certificados/ver.asp?h=f044b74d7270bd4df025620e30d4e667>

1/1