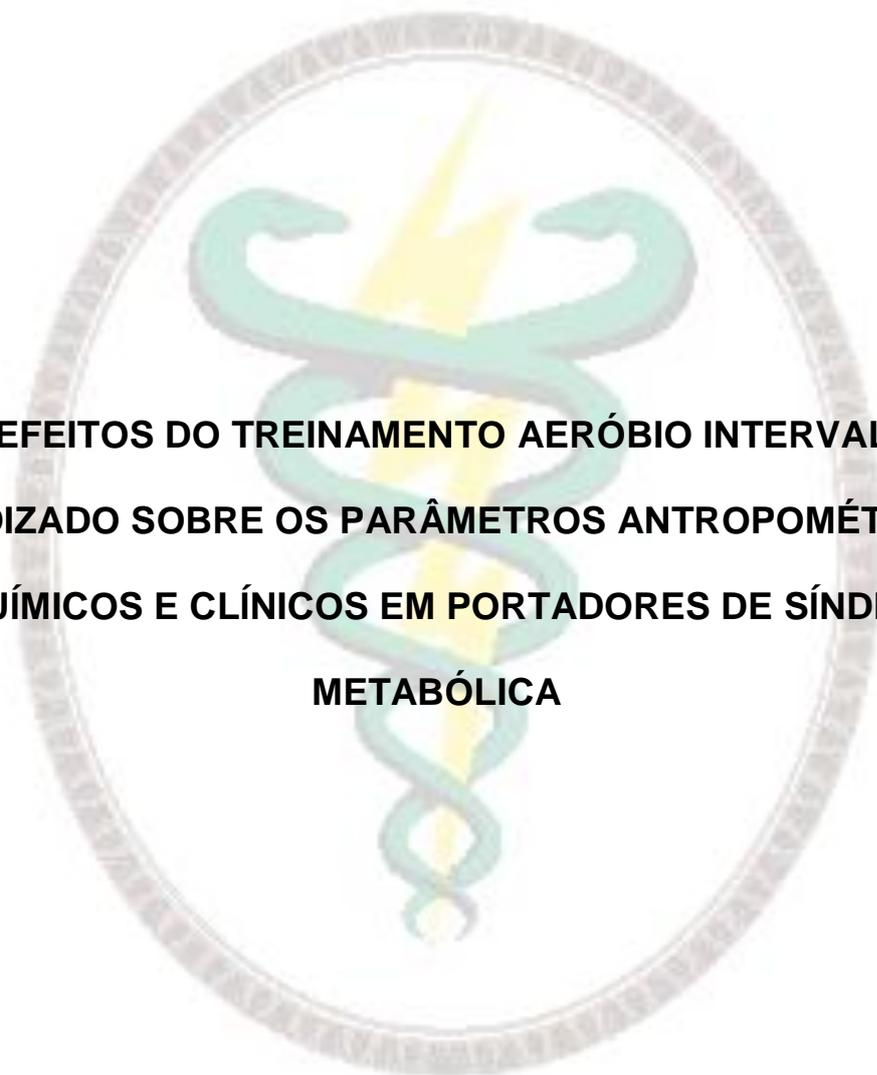


**Maria Paula Ferreira de Figueiredo**



**EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO INTERVALADO  
PERIODIZADO SOBRE OS PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS,  
BIOQUÍMICOS E CLÍNICOS EM PORTADORES DE SÍNDROME  
METABÓLICA**

**Presidente Prudente  
2016**

**Maria Paula Ferreira de Figueiredo**

**EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO INTERVALADO  
PERIODIZADO SOBRE OS PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS,  
BIOQUÍMICOS E CLÍNICOS EM PORTADORES DE SÍNDROME  
METABÓLICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP - Câmpus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Jayme Netto Júnior

**Presidente Prudente**

**2016**

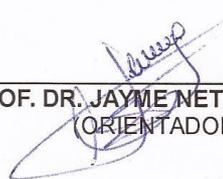
#### FICHA CATALOGRÁFICA

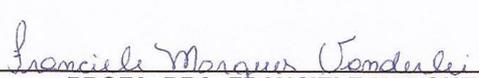
F491e Figueiredo, Maria Paula Ferreira.  
Efeitos do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre os parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos em portadores de Síndrome Metabólica / Maria Paula Ferreira de Figueiredo. - Presidente Prudente : [s.n.], 2016  
xxiii, 61 f. : il.

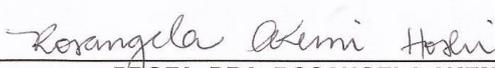
Orientador: Jayme Netto Júnior  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

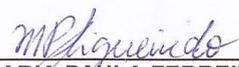
I. Síndrome X Metabólica. 2. Exercício. 3. Doenças Cardiovasculares. I. Netto Júnior, Jayme. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Efeitos do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre os parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos em portadores de Síndrome Metabólica.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
**PROF. DR. JAYME NETTO JÚNIOR**  
(ORIENTADOR)

  
\_\_\_\_\_  
**PROFA. DRA. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI**  
(FCT/UNESP)

  
\_\_\_\_\_  
**PROFA. DRA. ROSANGELA AKEMI HOSHI**  
(FAMERP)

  
\_\_\_\_\_  
**MARIA PAULA FERREIRA DE FIGUEIREDO**

PRESIDENTE PRUDENTE, 07 DE ABRIL DE 2016.

RESULTADO: APROVADO

---

*Dedicatória*

Dedico este trabalho às mulheres professoras da minha família  
que me inspiraram almejar algo maior.

---

*Agradecimientos*

Agradeço inicialmente a Deus e ao Universo por proporcionarem esta oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

À minha família, por me apoiarem sempre em tudo, pelo amor incondicional que me foi ofertado, com o qual aprendi a me amar e amar ao próximo. Especialmente aos meus pais Sandra e Tomas Figueiredo, meus irmãos Rafael, Maria Laura e Marília, tia Flávia, avó Esther e meus padrinhos Carmen e Rômulo Ferro. Amo vocês!

Ao meu orientador Jayme Netto Júnior por acreditar e confiar na minha competência em realizar mais esta etapa. À parceria e amizade desenvolvida ao longo de 10 anos que permitiu uma conexão não somente profissional, mas de alma. Agradeço por nossas vidas terem se cruzado e por nossas escolhas terem nos permitido evoluir, aceitar, amar e ser luz, primeiramente com nós mesmos, depois com o outro. Espero podermos continuar nesta linda caminhada.

À minhas amigas Marisa Maia Leonardi Figueiredo, Heloyse Uliam Kuriki, Bruna Montechieze Cassemiro e Arlete Domenico que são como irmãs, uma dádiva de Deus. Muitas risadas, momentos alegres, tristes, doces, amargos, os quais foram compartilhados com muito carinho.

À família prudentina Ulliam Kuriki pela acolhida e carinho, em especial Maria Helena, Tadashi, Heloyse, Erika, Evelyn, Ellen, Nilda e Moacir.

À querida amiga Camila Ive Oliveira Brancati pela amizade ao longo dos anos e por gentilmente realizar a revisão acadêmica deste trabalho e contribuir muito para uma boa apresentação.

À banca examinadora pelo pronto aceite em contribuir com este trabalho. À professora Rosangela Akemi Hoshi, a qual tenho orgulho em ter como amiga pela sinceridade, competência e sucesso. À professora Franciele Marques Vanderlei, por

ter me ensinado muito nestes dois anos de trajetória acadêmica, escrita, estatística, dúvidas técnicas e teórico-práticas. Sou muito feliz em compartilhar este momento com mulheres gigantes, são um espelho para mim e tantos aprendizes.

Aos professores Luiz Carlos Marques Vanderlei e Carlos Marcelo Pastre pela participação no desenvolvimento, execução e finalização deste estudo. Agradeço por fazerem parte da minha jornada profissional e contribuírem no meu crescimento e aprendizagem, sem dúvida grandes mestres a serem seguidos.

Ao professor Fábio do Nascimento Bastos por aceitar prontamente o convite de suplente da banca examinadora, pelo apoio e amizade.

Ao professor Rômulo Fernandes Araújo pela disponibilidade e atenção dada com a análise estatística deste estudo.

À professora e amiga Ercy Cipulo Ramos pelo incentivo dado no meu ingresso acadêmico e confiança profissional depositada, agradeço a ajuda com projetos e burocracias.

Ao professor e amigo Augusto Cesinando de Carvalho pela confiança e apoio durante as coletas de dados no CEAFIR, sem o seu apoio este trabalho não seria possível de ser realizado.

Aos meus colegas do Laboratório de Fisioterapia Desportiva - LAFIDE, por compartilharem e trabalharem juntos comigo neste estudo. Vocês são parte disto. Em especial Rodolfo Travagim Miranda, Stephanie Nogueira Linares, Carlos Iván Mesa Castrillón e Laís Manata Vanzella (Laboratório do Estresse). Ao colega Nilton Mantovani Júnior pela idealização do stand no centro, fundamental para o recrutamento dos voluntários; Amanda Paula Balan e Vitória Zambon por realizarem a avaliação nutricional. Aos demais colegas e não menos importantes, Bruna Cassemiro, Ítalo Lemes, Aline Almeida, Aryane Machado, Jéssica Micheletti,

Jaqueline Santos, Larissa Souto, Flávia Recchia, Douglas Ozono, Malu Siqueira, Igor de Lima, Leonardo Lemos, Gabriela Carvalho, Lucas Hyan Costa, José Fernando Santos, Natanael Batista, Henrique Hungri, Gabriela Ribeiro, Caio Ripper, Kevin Hirai, Hygor da Silva, Rafael Espinoza, Rodolfo Hidalgo, Heloisa de Lima e Eduardo Pizzo Júnior.

Aos voluntários que tornaram possível a realização deste estudo. Também aqueles que fizeram parte do piloto, e outros que por algum motivo tiveram que desistir ou serem excluídos. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os professores da Pós-Graduação em Fisioterapia, funcionários da UNESP e terceirizados, e à própria instituição FCT-UNESP por permitirem esta amplitude de conhecimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

---

*Epigrafe*

“Você percorreu sua trajetória da maneira que tinha que ser, e ela o trouxe até aqui. Agora está na hora de mergulhar em algo maior. Algo mais profundo e vasto. Meu maior desejo é que você se torne o amor que você já é e que vivencie esse amor em cada momento da sua vida, deste dia em diante.”  
(Panache Desai)

“Se avexe não... que amanhã pode acontecer tudo, inclusive nada. Se avexe não... toda caminhada começa no primeiro passo, a natureza não tem pressa segue o seu compasso, inexoravelmente chega lá.”  
(Alcioli Neto)



## Sumário

Lista de Figuras.....	xiii
Lista de tabelas e quadros .....	xv
Lista de abreviaturas e símbolos.....	xvii
Resumo .....	xx
Abstract .....	xxii
1 Introdução .....	1
2 Objetivos .....	8
2.1 Objetivo Geral .....	8
2.2 Objetivos Específicos .....	8
3 Material e métodos.....	9
3.1 Caracterização e população do estudo .....	9
3.2 Delineamento do estudo.....	12
3.3 Coleta de dados .....	17
3.3.1 Mensuração das variáveis antropométricas .....	19
3.3.2 Mensuração das variáveis bioquímicas.....	20
3.3.3 Mensuração das variáveis clínicas.....	21
3.4 Análise estatística.....	21
4.1 Efeitos do TAI periodizado nos indicadores da SMet .....	22
4.2 Efeitos do TAI periodizado sobre massa corpórea, IMC e circunferências corporais.....	23
4.3 Efeitos do TAI periodizado sobre massa gorda e massa magra geral e do tronco .....	25
4.4 Efeitos do TAI periodizado sobre variáveis bioquímicas .....	27
4.5 Efeitos do TAI periodizado sobre variáveis clínicas .....	29
4.6 Correlação das circunferências e gordura corporais com variáveis bioquímicas e clínicas .....	31
5. Discussão.....	34
5.1 Implicações clínicas e pontos fortes.....	41
5.2 Limitações do estudo.....	42
5.3 Perspectivas futuras.....	43
6. Conclusões.....	43
Referências .....	43

Anexo A - Questionário de atividade física habitual .....	52
Anexo B - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	55
Anexo C – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	60

---

*Lista de Figuras*

## Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma.....	11
---------------------------	----

---

*Lista de tabelas e quadros*

## Lista de tabelas e quadros

Quadro 1. Dinâmica de cargas (número de séries e repetições, tempo de esforço, tempo de recuperação, tempo total e intensidade de esforço) do treinamento aeróbio intervalado.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 1. Característica quanto ao gênero e medicamentos em uso dos participantes no momento inicial. ....	18
Tabela 2. Característica dos participantes quanto aos indicadores da síndrome metabólica.....	23
Tabela 3. Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para idade, estatura, massa corpórea, índice de massa corpórea e circunferências corporais.....	24
Tabela 4. Comparação entre os grupos ajustada por sexo e idade para massa corpórea, índice de massa corpórea e circunferências corporais. ....	25
Tabela 5. Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para massa gorda e massa magra geral e do tronco. ....	26
Tabela 6. Comparação entre os grupos ajustada por sexo e idade para massa gorda e massa magra geral e do tronco.....	27
Tabela 7. Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para variáveis bioquímicas .....	28
Tabela 8. Comparação entre os grupos ajustada por sexo e idade para variáveis bioquímicas. ....	29
Tabela 9. Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para variáveis clínicas. ....	30
Tabela 10. Comparação entre os grupos ajustada por sexo e idade para variáveis clínicas. ....	30
Tabela 11. Correlação de Spearman das circunferências e gordura corporais com marcadores sanguíneos e clínicos para o grupo aeróbio intervalado. ....	32
Tabela 12. Correlação de Spearman das circunferências e gordura corporais com marcadores sanguíneos e clínicos para o grupo controle. ....	33

---

*Lista de abreviaturas e símbolos*

## Lista de abreviaturas e símbolos

- % - percentual
- $\Delta$  - média das diferenças
- ACSM – American College of Sports Medicine
- AIT – aerobic interval training
- Akt – proteína quinase B
- AMPK – proteína quinase ativada por AMP
- bpm – batimentos por minuto
- cm – centímetro
- CT – colesterol total
- DBP – diastolic blood pressure
- DCN – doenças crônicas não transmissíveis
- FC – frequência cardíaca
- FC<sub>máx</sub> – frequência cardíaca máxima
- FCR – frequência cardíaca de reserva
- FC<sub>rep</sub> – frequência cardíaca de repouso
- GLI – glicemia
- HDL – lipoproteína de alta densidade
- HIIT- high intensive interval training
- HR – heart rate
- IDF – International Diabetes Federation
- IMC – índice de massa corpórea
- Kg – quilograma
- Kg/m<sup>2</sup> – quilograma por metro quadrado
- LDL – lipoproteína de baixa densidade
- m – metro
- mg – miligrama
- mg/dL – miligrama por decilitro
- min – minutos
- mmHg – milímetros de mercúrio
- n – número de participantes
- PA – pressão arterial
- PAD – pressão arterial distólica

PAS – pressão arterial sistólica

SIT – sprint interval training

SMet – síndrome metabólica

TAI – treinamento aeróbio intervalado

TG – triglicérides

VLDL – lipoproteína de densidade muito baixa



## Resumo

**Introdução:** Pesquisas retratam a importância do exercício físico para a população como prevenção e tratamento da Síndrome Metabólica (SMet). Dentre os tipos de treinamento, destaca-se o aeróbio intervalado (TAI) como benéfico na melhora dos indicadores da SMet, entretanto, novas abordagens no tocante às dinâmicas de cargas e nos métodos aplicados para esta população, merecem atenção. **Objetivo:** Analisar os efeitos do TAI periodizado sobre os parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos em participantes sedentários portadores de síndrome metabólica. **Métodos:** O estudo consistiu de 31 participantes de ambos os sexos com idade entre 35 e 60 anos, sedentários, com diagnóstico de SMet, os quais foram randomizados em dois grupos, um exposto ao TAI periodizado (n=18) e outro controle (n=12) sem intervenção. O grupo TAI periodizado foi submetido à periodização por 16 semanas, três vezes por semana, com intervalos de recuperação entre 24 e 72h totalizando 39 sessões de treino e nove sessões recuperativas. A dinâmica de carga foi dividida em etapas de acordo com três níveis de intensidade: leve, moderada e alta. Antes e após o treinamento foram realizadas avaliações para análise da estatura, impedância bioelétrica corporal, circunferências corporais por fita métrica, perfil lipídico e glicemia em jejum de 12 horas, pressão arterial e frequência cardíaca (FC) em repouso. **Análise estatística:** Para análise estatística foi utilizado 5% de significância. Foi realizada análise de variância com ajuste por sexo e idade (Ancova) e correlação de Spearman das variáveis antropométricas com bioquímicas e clínicas. **Resultados:** Embora sem efeitos sobre o diagnóstico de SMet, os resultados mostram que houve elevada relevância clínica do TAI periodizado na redução de massa corpórea, IMC e circunferências corporais, com efeito moderado sobre a pressão arterial diastólica (PAD). No grupo controle houve aumento moderado da glicemia e massa gorda, e elevado da FC. As demais variáveis não tiveram significância estatística. **Conclusão:** O TAI não foi suficiente para mudar o diagnóstico de SMet nos participantes, porém obteve elevado efeito na redução de massa corpórea, IMC e circunferências corporais, moderado na PAD e caráter de manutenção sobre a massa gorda, glicemia, colesterol total, LDL, VLDL e FC.

**Palavras-chave:** Síndrome X Metabólica; Exercício; Doenças Cardiovasculares.

---

*Abstract*

## Abstract

**Introduction:** Research shows the importance of exercise for the population as prevention and treatment of metabolic syndrome (MetS). Among the types of training, there is aerobic interval (AIT) as beneficial in improving the MetS indicators, however, new approaches with regard to dynamic loads and methods applied to this population, deserve attention. **Objective:** To analyze the effects of periodized TAI on anthropometric, biochemical and clinical parameters in sedentary individuals with metabolic syndrome. **Methods:** The study consisted of 31 participants of both sexes aged between 35 and 60 years, sedentary, with diagnosis of MetS, which were randomized into two groups, one exposed to TAI periodized (n = 18) and a control (n = 12) without intervention. The periodized TAI group underwent periodization for 16 weeks, three times a week, with recovery intervals between 24 and 72 hours totaling 39 training sessions and nine recuperative sessions. The load dynamics was divided into stages according to three levels of intensity: mild, moderate and high. Before and after training evaluations were performed for analysis of height, body bioelectrical impedance, body circumferences by tape measure, lipid profile and fasting glucose 12 hours, blood pressure and heart rate (HR) at rest. **Statistical analysis:** Statistical analysis was performed using a 5% significance. We performed analysis of variance with adjustment for sex and age (ANCOVA) and Spearman correlation of anthropometric variables with clinical and biochemical. **Results:** Although no effect on the diagnosis of MetS, the results show that there was a high clinical relevance of TAI periodized in reducing body mass, BMI and body circumferences, with moderate effect on diastolic blood pressure (DBP). In the control group there was a moderate increase in blood glucose and fat mass, and high HR. The other variables were not statistically significant. **Conclusion:** TAI periodized was not enough to change the diagnosis of MetS in participating, but got high effect in reducing body mass, BMI and body, moderate in DBP and maintaining character on fat mass, glucose, total cholesterol, LDL, VLDL and FC.

**Keywords:** Metabolic Syndrome X; Exercise; Cardiovascular Diseases.

---

*Dissertação*

## 1 Introdução

Sabe-se que as doenças crônicas não transmissíveis (DCN) são consideradas como problema de saúde pública tendo em vista seu elevado acometimento nas últimas décadas, representando aproximadamente 68% das causas de morte no mundo, com prevalência de 82% nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento <sup>(1)</sup>.

Considerando este cenário, a Organização Mundial da Saúde estabeleceu um conjunto de metas para controle dos fatores de risco como hipertensão arterial, diabetes e obesidade, indicadores que acompanham a Síndrome Metabólica (SMet) <sup>(2)</sup>.

A SMet é definida pela soma de três ou mais dos seguintes fatores de risco: obesidade central ou circunferência abdominal (>90cm em homens, e >80cm em mulheres), triglicérides ( $\geq 150$ mg/dL ou  $\geq 1,7$ mmol/L), HDL-colesterol (<40mg/dL ou <1,0mmol/L em homens, e <50mg/dL ou <1,3mmol/L em mulheres), pressão arterial (sistólica  $\geq 130$ mmHg ou diastólica  $\geq 85$ mmHg) e glicemia de jejum ( $\geq 100$ mg/dL ou  $\geq 5,6$ mmol/L) <sup>(3)</sup>.

Estima-se que a SMet acomete entre 20% e 25% da população mundial <sup>(4)</sup>, atingindo cerca de 45% na América Latina <sup>(5)</sup>. No Brasil, em estudo de revisão com meta-análise, utilizando dados de diversas regiões do país, estes valores correspondem a aproximadamente 29,6% da população <sup>(6)</sup>.

Acredita-se que as causas da SMet podem estar associadas com fatores genéticos e ou epigenéticos, os quais podem estar vinculados aos estilos de vida desfavoráveis adotados por grande parte da população, incluindo a tríade estresse, má alimentação e ausência de atividade física regular <sup>(7)</sup>.

A primeira causa associada, o estresse, é uma ameaça real ou percebida à homeostase do organismo, seja física ou psicogênica <sup>(8)</sup>, com padrões desencadeados pelo meio ambiente ou de expressão gênica passados de pais para filhos <sup>(7,9)</sup>. Neste contexto, estudos epidemiológicos em humanos mostram maior prevalência de fatores de risco cardiovasculares em idosos que nasceram em ambientes de fome e repressões no período do holocausto <sup>(10-13)</sup>.

Além disso, essas alterações podem ocorrer em decorrência de abusos no sistema regulador do estresse, caracterizado por estresse crônico. Exposições neste sentido estão frequentemente associados a sintomas de ansiedade e depressão, e demonstram relação com doenças metabólicas <sup>(8)</sup>. Em mulheres de meia idade, sintomas de depressão, ansiedade, tensão e ira foram associados com aumento do risco para o desenvolvimento de SMet após 10 anos de acompanhamento <sup>(14)</sup>.

Embora existam inúmeros estudos sobre a possível relação do estresse no desenvolvimento de doenças crônicas metabólicas e cardiovasculares, devido às mudanças ambientais em direção à nutrição altamente calórica e baixo gasto energético, ainda não está claro pela ciência o quanto essas ameaças contribuem para a epidemia dessas doenças no mundo contemporâneo <sup>(15)</sup>.

A segunda, relacionada à nutrição, traz mudanças sobre a dieta ideal com recomendações para controle da quantidade e principalmente da qualidade dos alimentos, sendo os *in natura* e minimamente processados fortemente indicados <sup>(16)</sup>. Nas últimas décadas o consumo exagerado de alimentos processados e de alto índice glicêmico trouxe consequências como o aumento da ingestão total calórica, que somada ao envelhecimento da população sedentária, produziram aumentos epidêmicos em obesidade e diabetes <sup>(17)</sup>.

Neste sentido, estudos transversais revelam que dieta alimentar saudável e prática de exercícios físicos diminuem o risco de SMet <sup>(18)</sup>, e que quando os participantes são classificados em muito ativos com dieta saudável, constituem grande potencial para prevenção dos fatores de risco para doenças cardiovasculares <sup>(19)</sup>. Ainda, em revisão sistemática com meta-análise, é sustentado que intervenções na dieta somadas a exercícios físicos produzem boas respostas frente aos indicadores de SMet <sup>(20)</sup>.

Por fim, o fator causal mais descrito na literatura é a atividade física insuficiente, cujo acometimento abrange 31,1% de adultos no mundo, sendo que no continente americano estes valores atingem aproximadamente 43% da população <sup>(21)</sup>. Acredita-se que, aproximadamente 3,2 milhões de mortes e 69,3 milhões das incapacidades ajustadas por anos de vida estão associadas a este fator <sup>(1)</sup>.

Sabe-se ainda, que pessoas sedentárias têm maiores riscos em todas as causas de morte quando comparados com pessoas fisicamente ativas <sup>(1)</sup>. Neste sentido, o Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) sugerem a prática de 150 minutos de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade vigorosa por semana como peça chave no combate dos fatores de risco que compõem a SMet <sup>(22)</sup>.

Evidências apontam a importância do exercício físico regular na prevenção e tratamento dos indicadores da SMet, com variações em relação ao modelo, tempo total de intervenção e dinâmica de cargas, apresentando resultados múltiplos <sup>(23, 24, 25)</sup>.

Em relação aos modelos de exercícios físicos descritos na literatura, os mais utilizados são treinamentos resistido, funcional, aeróbio contínuo ou intervalado, combinado e concorrente.

Respostas positivas em portadores de SMet como diminuição da pressão arterial sistólica foram detectadas após o treinamento resistido, representando redução da mortalidade por isquemia e doença cardíaca em 10% e 7%, respectivamente <sup>(26)</sup>. Ainda, em treinamento resistido funcional, melhoras foram encontradas na variabilidade da frequência cardíaca e aumento de força em mulheres adultas jovens saudáveis <sup>(27,28)</sup>, sendo escassos estudos com doentes metabólicos e exercício funcional, com aumento de HDL-colesterol após 16 semanas em pacientes obesos com diabetes mellitus tipo II <sup>(29)</sup>.

Já o treinamento aeróbio, contínuo ou intervalado, é amplamente indicado em *guidelines* como Colégio Americano de Medicina Esportiva <sup>(22)</sup> e Sociedade Europeia de Cardiologia <sup>(30)</sup> para melhora dos parâmetros clínicos e metabólicos em pacientes com SMet. Confirmando as orientações das diretrizes, resultados em portadores de SMet tem sido positivo para pressão arterial, circunferência abdominal, glicemia e perfil lipídico <sup>(31-34)</sup>.

Recentemente, estudos com populações doentes metabolicamente, principalmente obesas, sugerem a modalidade do treinamento concorrente e combinado, que consistem na associação de exercício resistido e aeróbio numa mesma sessão de treinamento ou em sessões alternadas, respectivamente, com o propósito de melhora dos componentes metabólicos, bem como da funcionalidade e prevenção da sarcopenia <sup>(35,36)</sup>.

Em pesquisa com mulheres na menopausa, após 16 semanas de treinamento concorrente, não foram observadas mudanças nos indicadores da SMet, porém houve melhora da capacidade aeróbia e cognição <sup>(37)</sup>. Em obesos o treinamento combinado obteve melhoras na composição corporal com diminuição da

circunferência abdominal e massa gorda total e regional, mas sem efeitos sobre marcadores clínicos e metabólicos <sup>(38)</sup>.

Dentre a gama de modalidades de treinamentos, o aeróbio intervalado (TAI) é caracterizado por períodos alternados entre esforços de elevada e baixa intensidade ou repouso total para recuperação. As respostas fisiológicas deste tipo de exercício se assemelham as do contínuo mesmo com menor volume de treino, consistindo em aumento do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e melhoras músculo-esqueléticas como aumento da biogênese mitocondrial, densidade microvascular e conteúdo enzimático <sup>(39)</sup>.

Devido aos benefícios encontrados em menor tempo de treinamento, o TAI tem se destacado por apresentar maior aderência dos participantes, sendo observado efeitos positivos sobre diversos parâmetros na SMet, como diminuição de pressão arterial sistólica e diastólica <sup>(31,32,34)</sup>, triglicérides <sup>(34)</sup>, glicemia <sup>(31,32)</sup>, circunferência abdominal <sup>(32,33,34,40)</sup> e massa gorda <sup>(40,41)</sup>, além de aumento do HDL-colesterol <sup>(32-34,39)</sup>.

Em relação à metodologia utilizada no treinamento aeróbio intervalado, existem na literatura diferentes nomenclaturas, *sprint interval training* (SIT), *high intensive interval training* (HIIT) e *aerobic interval training* (AIT) que abordam diferentes modelos em relação ao tempo e intensidade de esforços utilizados, sendo o último mais utilizado em doentes com síndrome metabólica <sup>(42,43)</sup>.

Na tentativa de padronizar as diferentes metodologias, duas revisões foram encontradas na literatura. Ambas desencorajam a utilização do termo SIT na promoção de saúde por estar associado a intensidades máximas ou supramáximas como método do seu desenvolvimento, sua principal indicação está relacionada para ganho de desempenho e altas performances. Nesta metodologia a duração dos

esforços são muito curtas, variando entre 15 a 30 segundos, com recuperação de 2 a 4 minutos, e tempo total entre 20 e 30 minutos <sup>(42,43,44)</sup>.

Para os métodos HIIT e AIT existem controvérsias na definição dos termos. Para os autores Keeley *et al.*<sup>(42)</sup> o termo HIIT seria o método de aeróbio intervalado que subdivide-se em SIT para intensidades extremamente altas e AIT para intensidade variando entre 80-100% da FC<sub>máx</sub>. Já para os autores Weston *et al.*<sup>(43)</sup> os termos HIIT e AIT possuem a mesma definição com intensidade variando entre 80-100% da FC<sub>máx</sub> e o SIT seriam uma definição à parte para intensidades extremamente altas.

Na tentativa de esclarecer tais controvérsias foi realizada busca na literatura de ensaios clínicos sobre os métodos que abordassem os diferentes modelos de aeróbio intervalado na SMet. Não foram encontrados estudos utilizando o SIT na SMet.

O método HIIT, encontrado em apenas um estudo, apresentou volume de duas séries de 10 minutos distribuídos em 15 segundos de esforço e 15 segundos de recuperação passiva, obedecendo a relação de 1:1, ou seja, tempo de recuperação igual ao tempo de esforço, com intensidade entre 85-100% da frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>), e duração total entre 20 a 30 minutos <sup>(33)</sup>.

Já o método AIT, utilizou entre três e quatro séries de 4 minutos, intensidade de esforço variando entre 75-100% da FC<sub>máx</sub>, recuperação ativa com tempo entre 3 e 4 minutos numa intensidade de 70% FC<sub>máx</sub>, e duração total entre 20 a 30 minutos <sup>(31,32,34,40,41)</sup>.

Embora existam variadas metodologias de treinamento aeróbio intervalado, há lacunas no conhecimento em relação à dinâmica de cargas, com fragilidades na periodização do treinamento. Na grande maioria dos estudos há dinâmica fixa de

volume e intensidade durante toda intervenção, independentemente da adaptação individual de cada organismo. Desta maneira, pode haver subestimação ou superestimação de cargas em pacientes sedentários, especialmente naqueles que apresentam SMet, resultando em diminuição de ganhos ou sobrecargas excessivas no sistema metabólico e ou musculoesquelético.

Evidências apontam para a relação entre doente metabólico e algumas doenças ortopédicas. Neste sentido, em estudo de *coorte* realizado num período de seis anos, foram avaliados 20.430 pacientes entre 27 e 75 anos, e observado que quanto maior o número de componentes da SMet maior era a severidade da osteoartrite de joelho, independentemente de fatores como idade, sexo, país de nascimento, índice de massa corpórea, níveis educacional e de atividade física. Considerando estes achados, torna-se necessário atenção e cuidado na prescrição de exercícios para populações portadoras de SMet referente à adaptação não somente do sistema metabólico mas também musculoesquelético <sup>(45)</sup>.

Para as diretrizes do ACSM, o treinamento aeróbio intervalado em pacientes sedentários e de idade avançada, deve ser realizado com cautela a fim de evitar possíveis sobrecargas musculoesqueléticas, com indicações entre dois a três meses de condicionamento prévio para início das altas intensidades <sup>(46)</sup>.

Embora os métodos HIIT e AIT estejam amplamente descritos, ainda merecem investigação sobre perspectivas de novos métodos de prescrição, principalmente em relação à periodização e dinâmicas de cargas mais adequadas para SMet em sedentários e de idade avançada.

Neste sentido, considerando estreita relação entre a SMet e alterações do sistema musculoesquelético, o presente estudo busca avaliar os efeitos do TAI com dinâmica de carga adaptada para uma população doente metabolicamente,

sedentária, com idade variando entre 35 e 60 anos, em que as sobrecargas sejam graduais e prescritas individualmente, visando melhor adaptação ao treinamento. Destaca-se ainda, que esta síndrome possui característica de acometimento sistêmico podendo apontar desfechos de magnitude e abrangência ainda não elucidados na literatura, pouco explorado em ensaios com as especificidades desta natureza.

A partir do exposto, espera-se que o TAI como alternativa de tratamento não farmacológico, realizado com uma dinâmica de carga periodizada e diferente dos modelos descritos, possa ter resultados significativos na redução do número de indicadores da SMet e melhora dos demais parâmetros avaliados.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Investigar os efeitos do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre os indicadores da síndrome metabólica (circunferência abdominal, glicemia, triglicérides, HDL, pressão arterial sistólica e diastólica) e parâmetros associados antropométricos (massa corporal, índice de massa corpórea, circunferências e composição corporais); bioquímicos (perfil lipídico) e clínicos (frequência cardíaca) em participantes sedentários portadores de síndrome metabólica.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Correlacionar as variáveis antropométricas, bioquímicas e clínicas nos referidos participantes.

### **3 Material e métodos**

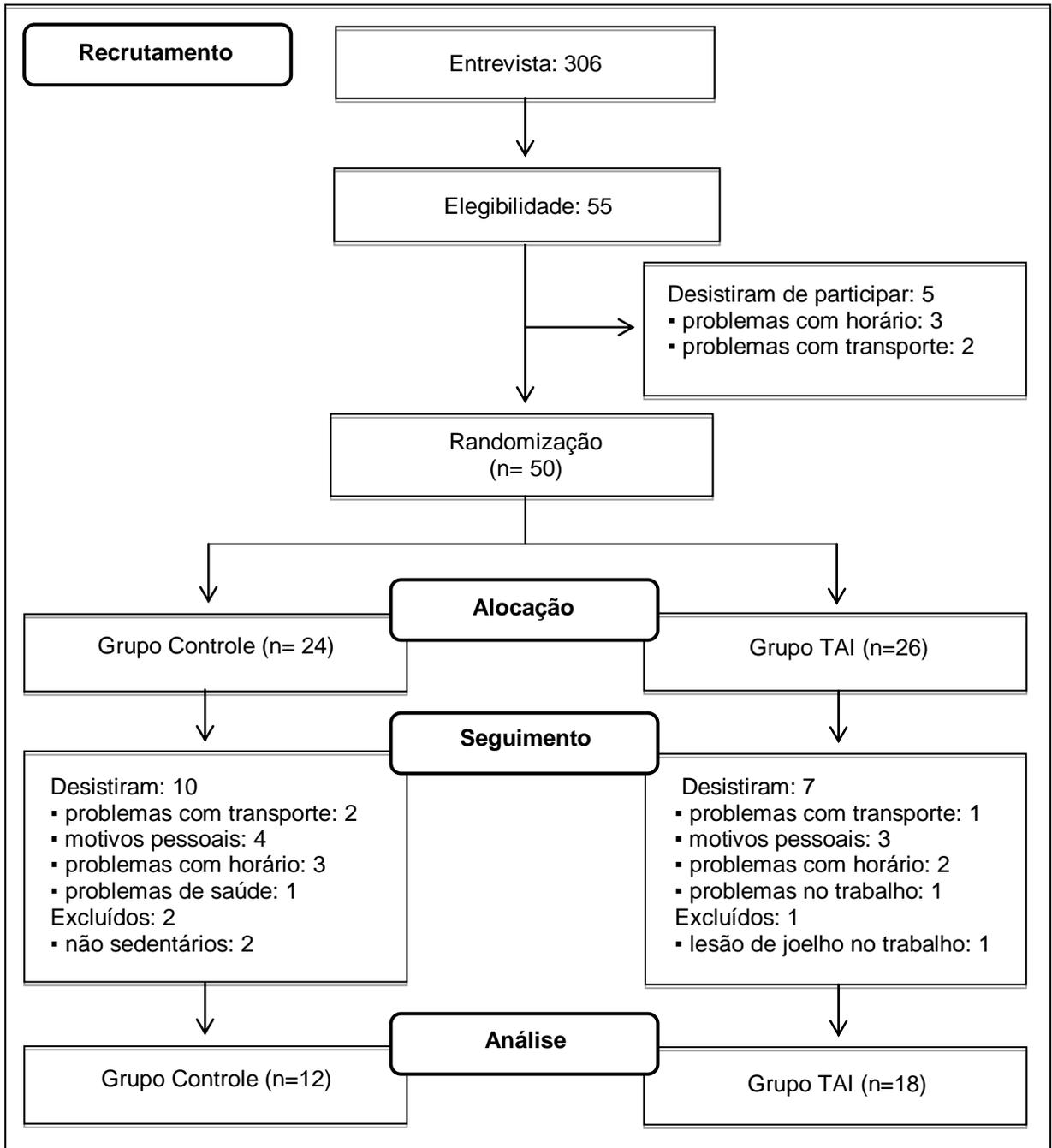
#### **3.1 Caracterização e população do estudo**

O estudo se caracteriza como ensaio clínico controlado e randomizado. A população foi constituída por 31 participantes de ambos os sexos com idade entre 35 e 60 anos com SMet segundo as definições adotadas pelo Consenso da Federação Internacional de Diabetes <sup>(3)</sup>, sedentários por pelo menos seis meses, com nível de atividade física habitual mensurado por meio da aplicação do questionário de Baecke <sup>(47)</sup>, com ausência de lesão musculotendínea ou osteoarticular nos membros inferiores ou coluna. Os critérios de exclusão compreenderam autorrelatos de consumo regular de álcool ou entorpecentes, presença de processo inflamatório e/ou infeccioso, doenças respiratórias, doenças neurológicas limitantes e doenças cardiovasculares de alto risco. Também foram excluídos participantes com aderência ao treinamento inferior a 85% e episódio de lesão musculoesquelética que impedisse a continuidade do treinamento.

Os participantes foram recrutados mediante distribuição de panfletos em locais estratégicos e por publicidade em meios de comunicação. Além disso, foi proposto e executado um evento científico intitulado “Avaliação e prevenção primária de fatores de risco para a síndrome metabólica na população de Presidente Prudente”, em duas edições, em que foi instalado um posto de informação no centro da cidade por uma semana, para avaliações de pressão arterial e circunferência abdominal, além de autorrelatos dos demais indicadores da SMet e informações sobre a importância da atividade física, a fim de difundir o projeto.

Os selecionados para participarem do estudo foram estratificados por sexo e idade, e posteriormente randomizados por meio de um sorteio em dois grupos, grupo controle, que não realizou nenhuma intervenção, e grupo que realizou

treinamento aeróbio intervalado periodizado (TAI periodizado). Um envelope selado contendo os grupos estudados foi utilizado para a randomização. Os nomes “CONTROLE” e “TAI PERIODIZADO” foram utilizados para garantir a confidencialidade da alocação dos participantes. O pesquisador que realizou este procedimento tinha conhecimento sobre o estudo, portanto não cegado. O fluxograma está representado na Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma.

Os participantes foram informados sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa, e após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual foi assegurada a privacidade dos mesmos e também permitiu o anexo de uma cópia do atestado médico com perfeita condição física para

realização de exercícios. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética sob o número de CAAE: 31687114.8.0000.5402.

### **3.2 Delineamento do estudo**

O estudo se desenvolveu num período de 16 semanas. Todos os voluntários foram orientados a manterem a sua dieta e atividades diárias normalmente durante este período. O grupo controle permaneceu sedentário e o grupo TAI periodizado foi submetido ao treinamento. Os participantes alocados no grupo controle após o término do estudo, devido às questões éticas, foram convidados a participarem de um programa de exercício físico.

Os treinamentos foram realizados na Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT-UNESP, em Presidente Prudente, no Centro de Estudos e Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR), dentro do Setor de Cardiologia, no período das 19h00min às 21h00min (segundas à sextas-feiras) e das 09h00min às 11h00min (sábados). Durante a realização das sessões de treinamento, para melhor controle, os indivíduos foram avaliados por meio da monitorização da frequência cardíaca, pressão arterial e autorrelatos de sinais e sintomas. Observando anormalidades, a velocidade era ajustada para melhor adaptação, e se fossem recorrentes, o participante era excluído do estudo e orientado a procurar um médico. No caso de faltas o participante poderia realizar reposição da sessão perdida em outro dia.

O grupo TAI periodizado realizou um programa de treinamento em esteira ergométrica totalizando 48 sessões, das quais 39 foram de treinamento com intervalos recuperativos de 24 a 72 horas entre as mesmas, e 9 sessões recuperativas (repouso total). O programa foi executado numa frequência de três sessões semanais e cada sessão teve a duração entre 30 a 75 minutos, considerando o princípio do treinamento da inter-relação volume-intensidade. As

esteiras ergométricas foram das marcas *Movement*<sup>®</sup> (modelos profissional LX-160 e profissional LX-170) e *Inbramed*<sup>®</sup> (modelo *Export*), e os voluntários treinaram sempre no mesmo equipamento a fim de garantir a mesma resistência da lona em todas as sessões.

Cada sessão foi dividida em três etapas: aquecimento, treinamento e resfriamento. A etapa de aquecimento teve duração de 10 minutos e nela foram executados 5 minutos de alongamentos gerais para membros superiores e inferiores, e 5 minutos de caminhada na esteira com FC inferior a 20% da frequência cardíaca de reserva (FCR).

Para o cálculo da FCR foi utilizada a fórmula:  $FCR = (FC_{\text{máx}} - FC_{\text{rep}}) \times \% \text{ treinamento} + FC_{\text{rep}}$ , onde ( $FC_{\text{máx}}$  = frequência cardíaca máxima;  $FC_{\text{rep}}$  = frequência cardíaca de repouso; % treinamento = percentual de treinamento). A  $FC_{\text{máx}}$  foi considerada de acordo com a fórmula de predição de *Karvonen* ( $220 - \text{idade}$ )<sup>(48)</sup>, com correções para usuários de betabloqueador de acordo com o I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular<sup>(49)</sup>, pela fórmula: %FC a corrigir =  $Y + 95,58 / 9,74$ , onde Y é a dose em miligramas de propranolol ou equivalente - para a dosagem dos medicamentos equivalentes ao propranolol será utilizada a tabela de *Kaplan*<sup>(49)</sup>, a porcentagem resultante desta fórmula foi então subtraída da  $FC_{\text{máx}}$ .

Para a mensuração da  $FC_{\text{rep}}$  foi utilizado cardiofrequencímetro da marca *Polar*<sup>®</sup>, em repouso por 5 minutos na posição deitada. A partir da sétima sessão de treinamento os cálculos da FCR foram refeitos. Foi utilizada a média da  $FC_{\text{rep}}$  inicial (antes do treinamento) entre as seis primeiras sessões na posição sentada por 5 minutos mensurada pelo cardiofrequencímetro da marca *Polar*<sup>®</sup>. Esta adequação foi feita devido às diferenças encontradas em relação à mensuração inicial em que os participantes faziam privação de estimulantes como cafeína, chás, refrigerantes e

chocolates por 24 horas, e ficaram na posição deitada, fatores que podem interferir nesta variável.

A 2ª etapa, o treinamento, foi executada de forma progressiva e individualizada, e para sua realização a intensidade foi pautada em percentual da FCR de acordo com o consenso da Sociedade Europeia de Cardiologia de 2013<sup>(30)</sup>, sendo dividida em três fases: 20-39% (leve), 40-59% (moderada) e 60-90% (alta). A pausa entre os tiros (recuperação) foi ativa, com tempo variando entre 1 e 4 minutos, até que o participante chegasse aos valores  $\leq 19\%$ ,  $\leq 30\%$  à  $\leq 50\%$  da FCR, de acordo com as fases leve, moderada ou alta respectivamente. Em cada fase de treinamento houve uma semana recuperativa, caracterizada por repouso total. O objetivo das semanas recuperativas foi de maximizar as adaptações evitando sobrecargas negativas dos sistemas cardiovascular e musculoesquelético. O Quadro 1 mostra a dinâmica de cargas, ou seja, número de séries e repetições (tempo de esforço), tempo de recuperação entre as séries, volume total do treinamento e a intensidade de esforço que foram executados.

**Quadro 1.** Dinâmica de cargas (número de séries e repetições, tempo de esforço, tempo de recuperação, tempo total e intensidade de esforço) do treinamento aeróbio intervalado.

<b>Fase/ Semanas</b>	<b>Sessões</b>	<b>Série x Tempo de esforço</b>	<b>Recuperação entre as séries</b>	<b>Tempo Total*</b>	<b>Intensidade da FCR%</b>	
<b>Adaptação</b>						
1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup>	5 x 4 min	1-4 min	24 - 36 min	<u>Treino:</u> 20-39% da FCR	
	3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>	6 x 4 min	1-4 min	29 - 45 min		
2 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> e 6 <sup>a</sup>	7 x 4 min	1-4 min	34 - 50 min	<u>Recuperação:</u> 19% da FCR (Leve)	
3 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup> , 8 <sup>a</sup> e 9 <sup>a</sup>	8 x 4 min	1-4 min	39 - 57 min		
4 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup> , 11 <sup>a</sup> e 12 <sup>a</sup>	9 x 4 min	1-4 min	44 - 64 min		
5 <sup>a</sup>	Semana Recuperativa					
6 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup> , 14 <sup>a</sup> e 15 <sup>a</sup>	9 x 4 min	1-4 min	44 - 64 min		
<b>Intermediária</b>						
7 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup> e 17 <sup>a</sup>	4 x 2,5 min	1-4 min	13 - 23 min	<u>Treino:</u> 40-59% da FCR	
8 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup> e 19 <sup>a</sup>	5 x 2,5 min	1-4 min	16,5 - 28,5 min		
9 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup> e 21 <sup>a</sup>	6 x 2,5 min	1-4 min	20 - 34 min	<u>Recuperação:</u> 30% da FCR (moderada)	
10 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup> , 23 <sup>a</sup> e 24 <sup>a</sup>	7 x 2,5 min	1-4 min	23,5 - 44 min		
	25 <sup>a</sup> , 26 <sup>a</sup> e 27 <sup>a</sup>	7 x 2,5 min	1-4 min	23,5 - 44 min		
11 <sup>a</sup>	Semana Recuperativa					
<b>Final</b>						
12 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup> e 29 <sup>a</sup>	5 x 1,5 min	1-4 min	11,5 - 23,5 min	<u>Treino:</u> 60-90% da FCR	
	30 <sup>a</sup> e 31 <sup>a</sup>	6 x 1,5 min	1-4 min	14 - 28 min		
13 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup> e 33 <sup>a</sup>	7 x 1,5 min	1-4 min	16,5 - 32,5 min	<u>Recuperação:</u> 50% da FCR (alta)	
14 <sup>a</sup>	Semana Recuperativa					
15 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup> , 35 <sup>a</sup> e 36 <sup>a</sup>	8 x 1,5 min	1-4 min	19 - 37 min		
16 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup> , 38 <sup>a</sup> e 39 <sup>a</sup>	9 x 1,5 min	1-4 min	21,5 - 41,5 min		

\*Tempo total= tempo de esforço + tempo de recuperação; FCR= frequência cardíaca de reserva; min=minutos.  
Fonte: Baseado no Consenso da Sociedade Europeia de Cardiologia <sup>(30)</sup>.

Como podemos observar no Quadro 1, as semanas de treinamento foram divididas em níveis de intensidade. O nível de intensidade leve (faixa de treinamento 20-39% da FCR e recuperação de 19% da FCR), também chamada fase de adaptação, teve a duração total de quinze sessões distribuídas em seis semanas, com a quinta semana recuperativa. A primeira sessão foi executada com cinco séries de quatro minutos, com incrementos no número de séries a cada duas ou três sessões. O tempo total de treinamento variou entre 24 e 64 minutos.

O programa executado com intensidade moderada (faixa de treinamento 40-59% da FCR e recuperação de 30% da FCR), chamado de fase intermediária, teve a duração de doze sessões (sétima, oitava, nona, décima e décima primeira semanas), sendo a décima primeira semana recuperativa. A primeira sessão nesse nível de intensidade (décima sexta sessão) foi feita com quatro séries de dois minutos e meio, com acréscimo de série de exercício a cada duas ou três sessões. O tempo total de treinamento variou de 13 a 44 minutos.

Finalmente, na décima segunda semana a intensidade foi incrementada para a faixa de treinamento 60-90% da FCR e recuperação de 50% da FCR (intensidade alta), também chamada de fase final, e essa intensidade foi executada em doze sessões (décima segunda, décima terceira, décima quarta, décima quinta e décima sexta semanas). Na vigésima oitava sessão, foram executadas cinco séries de um minuto e meio, sendo incrementada uma série de exercício a cada duas ou três sessões, com tempo total de treinamento variando entre 11,5 a 41,5 minutos.

Na distribuição da dinâmica de cargas previstas para o TAI periodizado, o número de séries e os tempos de esforço foram fixos. O tempo de recuperação entre as séries (entre um e quatro minutos), tempo total (soma do tempo total de esforço e

tempo de recuperação entre as séries) e a velocidade de esforço foram variáveis e individualmente estabelecidos.

A 3ª etapa, resfriamento, teve duração de 5 minutos de caminhada na esteira com FC inferior a 20% da FCR.

Duas lesões ortopédicas aconteceram no grupo TAI, uma delas na fase intermediária em participante do sexo feminino, entorse de joelho no trabalho, com subsequente exclusão do estudo. Outra lesão aconteceu na fase final do treinamento em participante do sexo masculino, lesão muscular em isquiotibiais durante o esforço de alta intensidade na esteira, cumprindo no total 33 sessões de treinamento (85% de aderência), portanto incluído nas avaliações pós-treino.

### **3.3 Coleta de dados**

A coleta de dados aconteceu na Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT-UNESP, em Presidente Prudente, no Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE), em dias e horários específicos de acordo com a disponibilidade dos participantes.

Antes do início do treinamento, os participantes foram identificados a partir das seguintes informações: nome, sexo e medicamentos em uso. O controle dos medicamentos foi feito durante todo o estudo, por meio de autorrelatos. As características dos participantes no momento inicial do estudo estão representadas na Tabela 1. Após o estudo três participantes tiveram alteração de medicações: inclusão de medicação da classe fibrato, aumento da dosagem de medicação da classe fibrato e aplicação de insulina para controle de glicemia.

**Tabela 1.** Característica quanto ao gênero e medicamentos em uso dos participantes no momento inicial.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)
<b>Características dos participantes</b>		
Sexo (M/F)	6/6	15/3
<b>Medicamentos em uso</b>		
Controle de Glicemia	2	4
Controle de Dislipidemia	1	4
Controle de Pressão Arterial	10	11
Outros	4	5
<b>Medicamentos em uso por classes</b>		
Insulina	1	1
Metiformina	1	4
Glibenclamida	0	1
Dapaflifozina	0	1
Glimepirida	0	1
Fibrato	0	2
Estatina	1	3
Inibidor de ECA	0	3
Bloqueador de angiotensina II	7	6
Bloqueador de canais de Ca <sup>+</sup>	1	2
Diuréticos	3	5
Betabloqueadores	5	5
Antiagregante plaquetário	0	1
Vasodilatador	0	1
Outros	4	5

M: masculino; F: feminino; TAI: treinamento aeróbio intervalado.

As coletas das variáveis nos momentos, inicial e final, foram programadas em dias específicos na semana anterior ao início do treinamento, e após cinco dias ao término deste. Foram coletadas num único dia e nessa ordem, variáveis clínicas (pressão arterial e frequência cardíaca), bioquímicas (perfil lipídico e glicemia) e antropométricas (estatura, massa corporal, índice de massa corpórea, composição corporal e perimetria). Os participantes também receberam orientações para jejum alimentar de 12 horas no dia da avaliação.

Antes do início do treinamento, os participantes do grupo AIT periodizado foram submetidos a um teste progressivo máximo em esteira ergométrica. O teste iniciou na velocidade de 1,0 Km/h, e a cada minuto era incrementado 1,0 Km/h, com a finalidade de familiarização com o equipamento, análise do comportamento da pressão arterial e frequência cardíaca a cada minuto, e sinais e sintomas autorrelatados durante o exercício <sup>(50)</sup>. Os critérios para interrupção do teste foram: sinais e sintomas autorrelatados, cansaço referido pelo voluntário, pressão arterial sistólica maior que 200 mmHg ou diastólica com variação maior que 20 mmHg, ou até atingir a frequência cardíaca máxima.

### **3.3.1 Mensuração das variáveis antropométricas**

A análise da estatura destes indivíduos foi mensurada na semana precedente ao treinamento, em posição ortostática por meio de um estadiômetro da marca *Sanny*<sup>®</sup>.

As variáveis antropométricas de peso e índice de massa corpórea foram colhidas juntamente com a avaliação da composição corporal, por meio de análise da impedância bioelétrica, por balança da marca *TANITA*<sup>®</sup>, modelo BC – 418, *Segmental Body Composition Analyzer, Iron Man/Inner Scanner* de oito canais, em

que foi realizada a bioimpedância corporal <sup>(51)</sup>. Para tal análise os indivíduos foram orientados a não consumirem estimulantes como cafeína, refrigerante, chás, chocolates, dentre outros, no dia anterior à avaliação, e jejum de alimentos e líquidos pelo menos quatro horas antecedentes, retirar todos os metais do corpo, e vestir o mínimo de roupas possível (*short* para homens, *top* e *short* para mulheres). Foi realizada a opção da avaliação detalhada, que consiste em peso, índice de massa corpórea, porcentagem de massa gorda, porcentagem de massa magra e impedância. Os resultados foram apresentados de forma geral corporal e específica para o tronco.

A avaliação da perimetria foi realizada em medidas circunferenciais. Os locais padronizados para as medidas foram: cintura (menor circunferência entre costelas e crista ilíaca), abdome (linha umbilical) e quadril (extensão máxima dos glúteos) <sup>(52)</sup>.

Os valores, em centímetros, foram obtidos por meio da utilização de uma trena antropométrica da marca *Sanny*<sup>®</sup>, sendo todas as medidas coletadas sempre no mesmo local e pelo mesmo avaliador, conforme sugerem Glesson *et al* <sup>(53)</sup>.

### **3.3.2 Mensuração das variáveis bioquímicas**

A avaliação lipídica e glicêmica antes e após o treinamento foram realizadas por profissional especializado em procedimento laboratorial padrão. Para as análises sanguíneas os participantes foram orientados evitar qualquer atividade vigorosa até 48 horas antecedentes à coleta. A coleta de sangue foi realizada em jejum de doze horas e as amostras do sangue (5 mL) coletadas da veia antecubital <sup>(54)</sup>.

O método de análise foi automatizado por química seca, equipamento *FUSION 5.1 FS - Ortho Clinical Diagnostic*, da marca *Jhonson &*

*Jhonson*<sup>®</sup>, para análise de glicemia (GLI), triglicerídeos (TG), colesterol total (CT) e lipoproteína de alta densidade (HDL). Para análise da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) foram aplicadas as fórmulas de Friedewald ( $LDL = COLESTEROL\ TOTAL - (HDL + VLDL)$  e  $VLDL = TG/5$ )<sup>(55)</sup>.

### 3.3.3 Mensuração das variáveis clínicas

Para análise das variáveis clínicas os participantes foram orientados a não consumirem alimentos estimulantes como cafeína, chás, refrigerante, chocolate, dentre outras, no dia anterior às avaliações.

A avaliação da pressão arterial sistólica e diastólica foi de forma indireta em repouso de 5 minutos na posição sentada, pela utilização de um estetoscópio da marca *Littman*<sup>®</sup>, modelo *Classic II*, e esfigmomanômetro aneroide da marca *WelchAllyn/Tycos*<sup>®</sup>, modelo *Durashock-44*<sup>(56)</sup>.

Para a análise da frequência cardíaca foi utilizado cardiofrequencímetro da marca *Polar*<sup>®</sup>, após repouso de cinco minutos na posição deitada.

### 3.4 Análise estatística

Inicialmente, para a descrição da amostra, utilizou-se a média e desvio padrão dos momentos inicial e final, além da média das diferenças ( $\Delta$ ) (momento final – momento inicial).

Para comparação entre os grupos e momentos optou-se por utilizar a média das diferenças ( $\Delta$ ) e analisar os dados sob o prisma da análise de covariância (Ancova), a qual foi ajustada por sexo e idade e gerou médias estimadas após tal ajuste (extraíndo a variância explicada pelas variáveis de confusão). O teste de

*Levene* atestou a homogeneidade das variâncias nos modelos criados, e o *post hoc* de *Bonferroni* foi utilizado para comparação. A variável pressão arterial diastólica foi transformada em logaritmo para garantir a homogeneidade. Medidas de tamanho de efeito foram providenciadas pelo *eta-squared* (ES-r) (pequeno de 0,010 a 0,059; moderado de 0,060 a 0,139 e elevado  $\geq 0,140$ ) <sup>(57)</sup>.

Por fim, foi testada a normalidade da média das diferenças ( $\Delta$ ) pelo teste de Shapiro-Wilk, e realizada a correlação de Spearman (para dados não paramétricos) das circunferências e gordura corporais com as variáveis bioquímicas e clínicas (fraca de 0,2 a 0,39; moderada de 0,4 a 0,69 e forte de 0,7 a 1) <sup>(58)</sup>.

A significância estatística (p-valor) foi considerada relevante se observados valores inferiores a 5%. Todas as análises foram realizadas por meio do *software* SPSS, versão 20.

## **4 Resultados**

A SMet é um conjunto de alterações antropométricas, bioquímicas e clínicas, e, devido à variedade de indicadores, optou-se por apresentá-los por tópicos, para que fique claro o efeito do treinamento aeróbio intervalado em cada um destes.

### **4.1 Efeitos do TAI periodizado nos indicadores da SMet**

Para os indicadores da síndrome metabólica os dados descritivos estão representados na tabela 2. Como podemos observar no grupo TAI periodizado, dois participantes tiveram melhora na pressão arterial e quatro na glicemia, enquanto que um piorou o HDL. Já para o grupo controle houve melhora dos triglicérides em três participantes e HDL em um participante. Em relação ao diagnóstico de SMet apenas um participante no grupo controle deixou de ter a patologia.

**Tabela 2.** Característica dos participantes quanto aos indicadores da síndrome metabólica.

	Controle (n=12)		TAI periodizado (n=18)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Circunferência Abdominal	12/12	12/12	18/18	18/18
Pressão arterial	12/12	12/12	15/18	13/18
Glicemia	5/12	5/12	13/18	9/18
Triglicérides	8/12	5/12	14/18	14/18
HDL	10/12	9/12	10/18	11/18
<b>Número de indicadores</b>				
1	0	0	0	0
2	0	1	0	0
3	4	4	5	7
4	4	5	10	8
5	4	2	3	3

TAI: treinamento aeróbio intervalado.

#### **4.2 Efeitos do TAI periodizado sobre massa corpórea, IMC e circunferências corporais**

A representação descritiva para massa corpórea, IMC e circunferências corporais estão representadas na Tabela 3, e a comparação entre os grupos e momentos na Tabela 4, com diminuição significativa em todas as variáveis no grupo TAI periodizado, sendo clinicamente relevante (elevado tamanho de efeito).

**Tabela 3.** Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para idade, estatura, massa corpórea, índice de massa corpórea e circunferências corporais.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)
Idade (anos)	51,67 ± 6,47	48,72 ± 7,03
Estatura (cm)	167,5 ± 9,00	172,38 ± 8,52
Massa Corpórea (Kg)		
Inicial	89,80 ± 20,88	98,06 ± 16,93
Final	90,37 ± 20,89	97,30 ± 17,37
Δ	0,57 ± 1,78	-0,76 ± 2,44
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )		
Inicial	31,65 ± 4,76	32,93 ± 4,65
Final	31,85 ± 4,73	32,63 ± 4,67
Δ	0,20 ± 0,67	-0,30 ± 0,80
CC (cm)		
Inicial	99,61 ± 13,39	104,93 ± 9,90
Final	99,94 ± 14,14	102,00 ± 8,24
Δ	0,32 ± 1,81	-2,93 ± 4,35
CA (cm)		
Inicial	108,84 ± 13,70	112,64 ± 11,34
Final	109,00 ± 14,78	110,95 ± 12,18
Δ	0,16 ± 3,19	-1,68 ± 3,83
CQ (cm)		
Inicial	109,71 ± 9,46	111,87 ± 10,16
Final	110,6 ± 10,66	110,11 ± 9,91
Δ	0,88 ± 1,75	-1,76 ± 2,55

Dados expressos como média ± desvio padrão.

TAI: treinamento aeróbio intervalado; Δ: média das diferenças; IMC: índice de massa corpórea; CC: circunferência da cintura; CA: circunferência abdominal; CQ: circunferência do quadril.

**Tabela 4.** Análise de covariância ajustada por sexo e idade para massa corpórea, índice de massa corpórea e circunferências corporais.

	Controle	TAI periodizado	F	Ancova	
	(n=12)	(n=18)		p valor	ES-r
Massa corpórea (Kg)	0,76 (-0,41; 1,93)	-0,88 (-1,83; 0,05)	4,736	0,039*	0,154 <sup>elevado</sup>
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	0,26 (-0,13; 0,67)	-0,34 (-0,67; -0,01)#	5,452	0,028*	0,173 <sup>elevado</sup>
CC (cm)	0,27 (-2,01; 2,56)	-2,90 (-4,75; -1,05)#	4,611	0,041*	0,151 <sup>elevado</sup>
CA (cm)	0,97 (-1,05; 2,99)	-2,22 (-3,85; -0,59)#	5,970	0,022*	0,187 <sup>elevado</sup>
CQ (cm)	0,98 (-0,32; 2,29)	-1,82 (-2,88; -0,77)#	11,085	0,003*	0,299 <sup>elevado</sup>

Dados expressos como média das diferenças (intervalo de confiança 95%).

TAI: treinamento aeróbio intervalado; IMC: índice de massa corpórea; CC: circunferência da cintura; CA: circunferência abdominal; CQ: circunferência de quadril; Ancova: análise de covariância; ES-r: *eta squared*, o qual denota um tamanho de efeito.

\* Significância estatística entre grupos ( $p$  valor <0,05).

# Significância estatística entre momentos ( $p$  valor <0,05).

### 4.3 Efeitos do TAI periodizado sobre massa gorda e massa magra geral e do tronco

Os dados descritivos estão expressos na Tabela 5. A Tabela 6 mostra que não houve diferença significativa entre grupos, mas no grupo controle observa-se aumento significativo da massa gorda em percentual e em quilos, com tamanho de efeito moderado sobre a massa gorda em quilos.

**Tabela 5.** Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para massa gorda e massa magra geral e do tronco.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)
<b>MG (%)</b>		
Inicial	36,03 ± 6,83	31,26 ± 7,18
Final	37,15 ± 6,79	31,76 ± 7,41
Δ	1,11 ± 0,70	0,50 ± 2,14
<b>MG (Kg)</b>		
Inicial	32,28 ± 9,24	30,91 ± 9,21
Final	33,59 ± 9,81	30,01 ± 9,09
Δ	1,30 ± 0,96	0,10 ± 2,03
<b>MM (Kg)</b>		
Inicial	57,52 ± 14,72	67,17 ± 11,86
Final	56,80 ± 14,13	66,39 ± 12,63
Δ	-0,72 ± 1,33	-0,87 ± 2,78
<b>MGtr (%)</b>		
Inicial	35,56 ± 5,53	33,10 ± 6,20
Final	36,50 ± 5,38	31,76 ± 7,41
Δ	0,94 ± 0,85	0,39 ± 2,67
<b>MGtr (Kg)</b>		
Inicial	17,42 ± 4,87	18,11 ± 5,26
Final	17,89 ± 4,70	18,71 ± 5,44
Δ	0,46 ± 0,50	0,60 ± 3,24
<b>MMtr (Kg)</b>		
Inicial	31,44 ± 7,11	36,02 ± 5,73
Final	31,05 ± 6,83	35,54 ± 6,37
Δ	-0,39 ± 0,62	-0,48 ± 1,47

Dados expressos como média ± desvio padrão.

TAI: treinamento aeróbio intervalado; Δ: média das diferenças; MG: massa gorda; MM: massa magra; MGtr: massa gorda do tronco; MMtr: massa magra do tronco.

**Tabela 6.** Análise de covariância ajustada por sexo e idade para massa gorda e massa magra geral e do tronco.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)	F	Ancova <i>p</i> valor	ES-r
MG (%)	1,10 (0,007; 2,20)#	0,50 (-0,37; 1,39)	0,710	0,407	0,027 pequeno
MG (Kg)	1,39 (0,31; 2,47)#	0,04 (-0,82; 0,91)	3,766	0,063	0,127 moderado
MM (Kg)	-0,61 (-1,95; 0,71)	-0,94 (-2,02; 0,126)	0,147	0,705	0,006 pequeno
MGtr (%)	0,77 (-0,59; 2,13)	0,50 (-0,59; 1,60)	0,090	0,767	0,003 pequeno
MGtr (Kg)	0,50 (-1,06; 2,07)	0,57 (-0,68; 1,84)	0,005	0,943	0,000 pequeno
MMtr (Kg)	-0,30 (-1,02; 0,40)	-0,53 (-1,11; 0,03)	0,252	0,620	0,010 pequeno

Dados expressos como média das diferenças (intervalo de confiança 95%).

TAI: treinamento aeróbio intervalado; MG: massa gorda; MM: massa magra; MGtr: massa gorda do tronco; MMtr: massa magra do tronco; Ancova: análise de covariância; ES-r: eta squared, o qual denota um tamanho de efeito.

# Significância estatística entre momentos (*p* valor <0,05).

#### 4.4 Efeitos do TAI periodizado sobre variáveis bioquímicas

E relação às variáveis bioquímicas, observa-se aumento em quase todas as variáveis no grupo controle e diminuição no grupo TAI periodizado nos dados descritivos (Tabela 7). Embora esses achados não sejam significantes entre grupos (Tabela 8), há um aumento significativo da glicemia no grupo controle exibindo tamanho de efeito moderado, além de tamanho de efeito moderado sobre o colesterol total.

**Tabela 7.** Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para variáveis bioquímicas.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)
GLI (mg/dL)		
Inicial	107,84 ± 25,37	118,18 ± 44,02
Final	119,04 ± 42,21	119,13 ± 45,81
Δ	11,20 ± 28,93	0,94 ± 18,04
TG (mg/dL)		
Inicial	229,40 ± 170,76	220,20 ± 189,40
Final	253,43 ± 224,48	224,95 ± 103,95
Δ	24,03 ± 67,00	-30,53 ± 165,91
CT (mg/dL)		
Inicial	216,08 ± 43,85	226,69 ± 47,06
Final	223,27 ± 43,54	214,80 ± 41,54
Δ	7,19 ± 25,22	-11,89 ± 41,78
HDL (mg/dL)		
Inicial	42,90 ± 7,63	43,87 ± 15,00
Final	45,14 ± 13,42	42,37 ± 13,70
Δ	2,24 ± 7,35	-1,50 ± 10,20
LDL (mg/dL)		
Inicial	129,05 ± 29,23	132,40 ± 34,59
Final	130,45 ± 24,43	128,49 ± 32,71
Δ	1,39 ± 16,47	-3,91 ± 35,70
VLDL (mg/dL)		
Inicial	45,79 ± 34,20	50,13 ± 37,83
Final	50,68 ± 44,87	43,93 ± 20,83
Δ	4,89 ± 13,42	-6,20 ± 33,18

Dados expressos como média ± desvio padrão.

TAI: treinamento aeróbio intervalado; Δ: média das diferenças; GLI: glicemia; TG: triglicérides; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; VLDL: lipoproteína de densidade muito baixa.

**Tabela 8.** Análise de covariância ajustada por sexo e idade para variáveis bioquímicas.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)	F	p valor	Ancova ES-r
GLI (mg/dL)	14,58 (0,58; 28,57)#	-1,31 (-12,57; 9,95)	3,093	0,090	0,106 moderado
TG (mg/dL)	33,55 (-52,89; 120,0)	-36,88 (-106,46; 32,69)	1,593	0,218	0,058 pequeno
CT (mg/dL)	10,68 (-12,10; 33,46)	-14,22 (-32,56; 4,12)	2,866	0,102	0,099 moderado
HDL (mg/dL)	2,49 (-3,24; 8,22)	-1,66 (-6,27; 2,94)	1,262	0,272	0,046 pequeno
LDL (mg/dL)	3,07 (-15,88; 22,03)	-5,03 (-20,29; 10,22)	0,439	0,513	0,017 pequeno
VLDL (mg/dL)	6,79 (-10,49; 24,08)	-7,47 (-21,39; 6,44)	1,63	0,212	0,059 pequeno

Dados expressos como média das diferenças (intervalo de confiança 95%).

TAI: treinamento aeróbio intervalado; GLI: glicemia; TG: triglicérides; CT: colesterol total; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; VLDL: lipoproteína de densidade muito baixa; Ancova: análise de covariância; ES-r: *eta squared*, o qual denota um tamanho de efeito.

# Significância estatística entre momentos ( $p$  valor <0,05).

#### 4.5 Efeitos do TAI periodizado sobre variáveis clínicas

Para as variáveis clínicas descritas (Tabela 9) é observada diminuição de ambas pressões sistólica e diastólica no grupo TAI periodizado, com aumento da frequência cardíaca no grupo controle. Na análise de covariância, a pressão arterial diastólica diminui com significância apenas no grupo TAI periodizado com tamanho de efeito moderado, e a frequência cardíaca aumenta no grupo controle com significância entre grupos e momentos e tamanho de efeito elevado (Tabela 10).

**Tabela 9.** Valores descritivos dos momentos inicial, final e média das diferenças para variáveis clínicas.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)
PAS (mmHg)		
Inicial	127,50 ± 16,58	133,88 ± 12,89
Final	121,66 ± 16,42	127,22 ± 15,26
Δ	-5,83 ± 15,64	-6,66 ± 10,84
PAD (mmHg)		
Inicial	80,83 ± 11,64	88,33 ± 10,98
Final	81,66 ± 11,93	81,11 ± 9,63
Δ	0,83 ± 7,92	-7,22 ± 10,17
FC (bpm)		
Inicial	65,66 ± 10,77	66,33 ± 10,75
Final	75,83 ± 10,52	67,33 ± 10,15
Δ	10,16 ± 8,94	1,00 ± 11,45

Dados expressos como média ± desvio padrão.

TAI: treinamento aeróbio intervalado; Δ: média das diferenças; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca.

**Tabela 10.** Análise de covariância ajustada por sexo e idade para variáveis clínicas.

	Controle (n=12)	TAI periodizado (n=18)	F	<i>p</i> valor	Ancova ES-r
PAS (mmHg)	-7,54 (-15,53; 0,43)	-5,52 (-11,95; 0,90)	0,155	0,697	0,006 <small>pequeno</small>
PAD <sub>(log<sub>10</sub>)</sub> (mmHg)	0,002 (-0,02; 0,03)	-0,03 (-0,05; -0,01)#	3,952	0,057	0,132 <small>moderado</small>
FC (bpm)	10,40 (3,63; 17,17)#	0,84 (-4,60; 6,29)	4,782	0,038*	0,155 <small>elevado</small>

Dados expressos como média das diferenças (intervalo de confiança 95%).

TAI: treinamento aeróbio intervalado; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; Ancova: análise de covariância; ES-r: *eta squared*, o qual denota um tamanho de efeito; log<sub>10</sub>: variável transformada em logaritmo.

\* Significância estatística entre grupos (*p* valor <0,05).

# Significância estatística entre momentos (*p* valor <0,05).

#### **4.5 Correlação das circunferências e gordura corporais com variáveis bioquímicas e clínicas**

Entendendo que os principais achados do estudo sugerem mudanças nas variáveis antropométricas no grupo TAI periodizado, foi realizada a correlação de Spearman para melhor interpretação dos resultados. Como visto anteriormente, os efeitos do treinamento aeróbio intervalado não foram suficientes para alterar significativamente os indicadores bioquímicos e clínicos da SMet quando comparados ao grupo controle, porém existe correlação moderada e direta entre massa gorda geral e as variáveis glicemia e LDL, além de massa gorda geral e do tronco com colesterol total (Tabela 11). Quando observamos o grupo controle, há correlação forte e direta entre a circunferência da cintura e pressão arterial diastólica, e moderada e direta entre massa gorda e VLDL (Tabela 12). Para peso, IMC e massa magra não foram encontradas correlações em nenhum dos grupos.

**Tabela 11.** Correlação de Spearman das circunferências e gordura corporais com marcadores sanguíneos e clínicos para o grupo TAI periodizado.

	GLI (mg/dL)	TG (mg/dL)	CT (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	VLDL (mg/dL)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)
CC (cm)									
rho	-0,037	0,419	-0,066	-0,460	-0,154	0,424	-0,477	-0,208	0,241
p valor	0,885	0,083	0,796	0,054	0,542	0,080	0,045	0,407	0,335
CA (cm)									
rho	0,030	0,351	-0,046	0,332	-0,146	0,348	-0,245	0,043	0,210
p valor	0,906	0,153	0,855	0,178	0,564	0,157	0,326	0,864	0,403
CQ (cm)									
rho	-0,037	0,351	-0,355	-0,068	-0,386	0,372	0,076	0,187	0,453
p valor	0,885	0,153	0,148	0,788	0,113	0,129	0,765	0,459	0,059
MG (Kg)									
rho	0,491	0,059	0,638	0,146	0,548	0,046	0,234	-0,029	0,036
p valor	0,039*	0,816	0,004*	0,564	0,019*	0,855	0,350	0,910	0,888
MGtr (Kg)									
rho	0,169	0,050	0,560	0,150	0,412	0,085	-0,314	-0,304	0,151
p valor	0,503	0,845	0,016*	0,553	0,089	0,738	0,204	0,220	0,549

Foi utilizada a média das diferenças ( $\Delta$ ) para análise de correlação.

rho: coeficiente de correlação de postos de Spearman; TAI: treinamento aeróbio intervalado; CC: circunferência da cintura; CA: circunferência abdominal; CQ: circunferência de quadril; MG: massa gorda; MGtr: massa gorda do tronco; GLI: glicemia; TG: triglicérides; CT: colesterol total; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca.

\* Significância estatística,  $p < 0,05$ .

**Tabela 12.** Correlação de Spearman das circunferências e gordura corporais com marcadores sanguíneos e clínicos para o grupo controle.

	<b>GLI</b>	<b>TG</b>	<b>CT</b>	<b>HDL</b>	<b>LDL</b>	<b>VLDL</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>FC</b>
	(mg/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)	(mmHg)	(mmHg)	(bpm)
<b>CC (cm)</b>									
rho	0,563	0,492	0,506	0,156	0,370	0,538	0,190	0,731	-0,110
p valor	0,057	0,140	0,093	0,628	0,236	0,051	0,555	0,007*	0,734
<b>CA (cm)</b>									
rho	0,426	0,078	-0,238	-0,337	-0,321	0,068	-0,255	0,052	0,411
p valor	0,168	0,810	0,457	0,283	0,309	0,834	0,423	0,873	0,184
<b>CQ (cm)</b>									
rho	0,483	0,462	0,162	0,074	-0,057	0,483	0,148	0,515	-0,060
p valor	0,111	0,130	0,614	0,819	0,861	0,112	0,647	0,087	0,853
<b>MG (Kg)</b>									
rho	0,263	0,576	0,469	0,238	0,493	0,637	-0,440	0,115	0,142
p valor	0,409	0,050	0,124	0,455	0,104	0,026*	0,152	0,722	0,660
<b>MGtr (Kg)</b>									
rho	-0,196	-0,182	0,132	0,146	0,201	-0,162	-0,084	-0,290	0,061
p valor	0,541	0,572	0,683	0,650	0,532	0,616	0,796	0,360	0,852

Foi utilizada a média das diferenças (  $\Delta$  ) para análise de correlação.

rho: coeficiente de correlação de postos de Spearman; CC: circunferência da cintura; CA: circunferência abdominal; CQ: circunferência de quadril; MG: massa gorda; MGtr: massa gorda do tronco; GLI: glicemia; TG: triglicérides; CT: colesterol total; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca.

\* Significância estatística,  $p < 0,05$ .

## 5. Discussão

Os objetivos do presente estudo foram analisar e correlacionar os efeitos do TAI periodizado sobre os indicadores da SMet e parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos em adultos sedentários de ambos os sexos com esta doença.

Os resultados encontrados mostram que no grupo TAI periodizado houve pouca melhora em indicadores isolados da SMet, sem modificar o diagnóstico dos participantes, negando a hipótese proposta no presente ensaio.

Corroborando com o presente estudo, Stensvold *et. al.* <sup>(40)</sup> não obtiveram respostas significativas na redução do número de indicadores da SMet. Os autores atribuíram a ausência de melhora ao tempo total de treinamento, realizado num período curto de 12 semanas (36 sessões de treino).

Divergindo do nosso estudo intervenções controladas e randomizadas de 16 semanas (48 sessões de treino) foram eficazes para que cerca de 50% dos pacientes deixassem de ter o diagnóstico de SMet <sup>(31,60,61)</sup>. Em outros estudos não randomizados, grupos treinados com TAI por 16 semanas (48 sessões de treino) reduziram o diagnóstico em 29% <sup>(34)</sup> e 50% <sup>(59)</sup>. Destes cinco estudos, em quatro foram realizados o controle nutricional, sem mudanças em relação à nutrição dos participantes.

Vale ressaltar que estudo associando dieta e TAI por um período de nove meses chegou a reduzir 70% dos diagnósticos de SMet <sup>(33)</sup>.

Neste sentido a atividade física isolada parece contribuir com benefícios, porém um maior tempo de intervenção (mínimo de 48 sessões de treino) possibilita obter melhores resultados, sendo mais expressivos quando associados à dieta. No presente estudo os participantes realizaram 39 sessões de treino e foram orientados a manter a dieta normalmente, porém não houve controle dos padrões nutricionais,

fatores que podem ter influenciado na ausência de melhoras do diagnóstico da SMet.

Em relação às anormalidades antropométricas, bioquímicas e clínicas, os resultados encontrados revelam um elevado efeito do TAI periodizado na redução de massa corpórea, IMC e circunferências corporais, com ação moderada sobre a pressão arterial diastólica e prevenção sobre massa gorda, glicemia e frequência cardíaca.

Os achados referentes à massa corpórea, IMC e circunferências corporais corroboram com a maioria dos estudos que utilizam o TAI na população com SMet, o que evidencia forte tendência deste tipo de exercício na redução destas variáveis, efeito observado em seis dos sete estudos encontrados <sup>(31, 33, 34, 40, 59, 60, 61)</sup>.

No estudo de Stensvold *et.al.* <sup>(40)</sup> a circunferência abdominal diminuiu com significância, porém a massa corporal e IMC reduziram sem diferenças estatísticas no grupo TAI. Já no estudo de Salas-Romero *et. al.* <sup>(60)</sup> foram encontradas reduções no peso e IMC significantes estatisticamente no grupo TAI, e para circunferência abdominal embora a redução média não tenha sido significante, o número de participantes com este indicador reduziu ao final do estudo.

No que se refere à composição corporal, o TAI periodizado obteve efeito moderado de manutenção impedindo o aumento da massa gorda. Resultados divergentes foram observados em participantes com SMet que executaram o TAI, com redução da massa gorda em relação ao momento basal <sup>(34,40,61)</sup>. Resultado similar ao encontrado no presente estudo foi encontrado em apenas um ensaio clínico com esta população <sup>(60)</sup>. Nenhum dos estudos encontrou influências deste tipo de treinamento para a massa magra.

Para as variáveis bioquímicas, o TAI periodizado também foi capaz de manter as concentrações de glicose sanguíneas em jejum. Resultados divergentes foram observados em três estudos realizados com participantes com SMet, que apresentaram reduções dos valores de glicose em jejum em relação ao momento basal no grupo TAI <sup>(31,59,61)</sup>.

A hipótese explicativa para o efeito de manutenção de glicose e massa gorda pelo TAI periodizado, podem ser explicadas pelos mecanismos de sinalização de glicose durante o exercício, principalmente o não-hormonal, em que o estímulo é dado tanto para entrada de glicose musculoesquelética como aumento da oxidação de ácidos graxos.

Neste sentido, existem dois principais mecanismos de sinalização de glicose durante o exercício, um hormônio-dependente de insulina, estimulando a ativação da proteína quinase B (Akt) que promove a translocação da proteína GLUT-4 para membrana celular aumentando a entrada de glicose no musculoesquelético por difusão facilitada, e outro não-hormonal, por meio de biomoléculas como a proteína quinase ativada por AMP (AMPK), induzindo vias que geram aumento de energia necessária para a contração muscular, como ativação da oxidação de ácidos graxos e desativação da síntese dos mesmos, bem como aumento da translocação da proteína GLUT-4, facilitando o transporte de glicose para o músculo semelhante à insulina <sup>(62)</sup>.

Outros fatores que podem influenciar o metabolismo glicolítico são às intensidade e volumes de treinamento. Em estudos recentes analisados em revisão, reduções de glicose plasmática em pacientes com *diabetes mellitus* tipo 2 estão frequentemente associadas à duração e intensidade do exercício, sendo que o aeróbio intervalado de alta intensidade parece ter melhores efeitos <sup>(25)</sup>. Ainda para

esta população, são recomendados 210 minutos de atividade física moderada ou 125 minutos de atividade vigorosa pelo consenso *Exercise and Sport Science Australia* para que essas reduções sejam encontradas <sup>(63)</sup>.

Apesar da duração e intensidade do treinamento influenciar no metabolismo da glicose, existem ainda interferências da nutrição e severidade da patologia (glicemia normal, pré-diabetes ou diabetes), com a ação do exercício isoladamente parecendo apresentar somente tendências à melhora <sup>(64)</sup>. Tais fatos podem explicar a ausência de efeito no metabolismo da glicose no grupo submetido ao TAI periodizado. A duração e intensidade foram variáveis e em alguns momentos inferiores comparadas às recomendações australianas, sem orientações nutricionais e com variedade quanto à severidade da patologia.

Para o perfil lipídico, o presente estudo encontrou reduções no grupo TAI periodizado de triglicérides, colesterol total, LDL e VLDL, enquanto que no grupo controle houve acréscimos, embora sem significância estatística.

Em relação aos triglicérides na SMet, reduções com significância estatística foram encontradas após o TAI em dois estudos <sup>(59,60)</sup>, em outros três não foram encontradas diferenças significantes estatisticamente <sup>(31,34,40)</sup>. Um outro estudo observou que o grupo TAI associado à dieta foi o único capaz de reduzir significativamente este marcador lipídico quando comparado aos grupos isolados de exercício ou dieta <sup>(65)</sup>.

Para colesterol total e LDL os resultados positivos parecem estar relacionados com a soma do TAI e dieta <sup>(33,60)</sup>, sem alterações quando utilizado o exercício de maneira isolada <sup>(34)</sup>.

Em estudo de revisão, não foram observados efeitos benéficos do TAI para triglicérides, colesterol total e LDL. Segundo os autores tal condição pode ser

atribuída ao curto período de intervenção uma vez que o grupo aeróbio contínuo obteve o mesmo comportamento. Para a fração VLDL foi encontrado apenas um estudo com reduções nesta variável após oito semanas de TAI em homens obesos jovens <sup>(42)</sup>. Para a fração VLDL os estudos em adultos utilizando TAI na SMet não abordaram esta variável.

Incontestavelmente a importância de hábitos alimentares saudáveis associados à atividade física potencializa a redução de lipídeos e lipoproteínas sanguíneas, além disso, maiores investigações deveriam ser feitas em relação ao tempo de intervenção para otimizar os ganhos.

Para o HDL o presente estudo não obteve diferenças estatísticas, com pequeno acréscimo no grupo controle e decréscimo no grupo TAI periodizado. A literatura científica apresenta efeitos positivos do TAI em portadores de SMet sobre este marcador, com aumentos em seis dos sete estudos encontrados <sup>(31, 33, 34, 40, 59, 61)</sup>.

No estudo de Salas-Romero *et.al.* <sup>(61)</sup> diminuições de HDL foram encontradas após 16 semanas de TAI, e os autores hipotetizaram tais decréscimos a alterações na estrutura e função inflamatória/anti-inflamatória dessas partículas. O exercício aeróbio pode favorecer o aumento do tamanho das partículas de HDL (que se modificam em subespécie HDL<sub>2</sub>) tendo efeito cardioprotetor, além disso, a redução desses níveis pode ser explicada pelo aumento da capacidade em combater a oxidação das partículas de LDL. Tais condições poderiam explicar a redução, mesmo que não significativa, dos níveis de HDL do grupo TAI periodizado. Merecem atenção maiores investigações em relação às subespécies de HDL e partículas oxidadas de LDL.

No que diz respeito às variáveis clínicas o TAI periodizado reduziu significativamente a pressão arterial diastólica com relevância clínica moderada, reduziu a pressão arterial sistólica sem diferenças estatísticas significantes, e manteve os níveis de frequência cardíaca uma vez que o grupo controle aumentou esta variável.

As reduções de 6mmHg da pressão arterial sistólica e 7mmHg da diastólica no grupo TAI periodizado, mesmo sem significância estatística, tornam-se clinicamente importantes, pois decréscimos destas de 10 e 5mmHg respectivamente, podem a logo prazo diminuir o risco de morte por doença isquêmica cardíaca em até 40% <sup>(40)</sup>.

Em estudo de Molmen *et.al.* <sup>(66)</sup> apenas 12 semanas de TAI melhorou função a diastólica em repouso entre idosos saudáveis sedentários, e nas pressões sistólica e diastólica em exercício. Ainda nos estudos comparando treinamento aeróbio contínuo e intervalado na SMet houve decréscimo das pressões sistólica e diastólica no grupo intervalado, e apenas da sistólica no grupo contínuo <sup>(31,58)</sup>. Tais resultados podem refletir tendência do TAI em ter um efeito maior sobre a pressão arterial diastólica.

A severidade dos indicadores da SMet podem interferir nos resultados, em que maiores ganhos com o exercício são encontrados quanto mais severos os fatores de risco <sup>(64)</sup>. Um fato que pode ter influenciado os níveis bioquímicos e clínicos das variáveis analisadas são as medicações.

Em idosos portadores de SMet os efeitos da atividade física não foram superiores às orientações de melhora no estilo de vida para modificar os fatores de risco no grupo medicado, este resultado foi inesperado considerando os efeitos benéficos da atividade física demonstrado em estudos anteriores. Já no grupo que

não fez uso de medicação os efeitos do exercício foram altos <sup>(67)</sup>. Tal condição pode explicar a atenuação dos efeitos da atividade física do presente estudo sobre as variáveis bioquímicas e clínicas.

Para a análise de correlação, observou-se que a massa gorda se correlacionou de forma direta e moderada com glicose, colesterol total e LDL no grupo TAI periodizado, enquanto que no grupo controle a massa gorda se correlacionou de forma direta e moderada com VLDL. Tais achados permitem confirmar efeito de manutenção do TAI periodizado sobre estas variáveis.

As modificações na massa gorda nos estudos prévios em participantes com SMet não necessariamente foram acompanhadas de modificações bioquímicas, e em nenhum destes estudos foi realizada a correlação dessas variáveis. Neste sentido, estudo de revisão infere que o exercício de maneira geral pode promover mudanças nos fatores da SMet e sensibilidade à insulina estando ou não acompanhado de mudanças na composição corporal ou distribuição de gordura <sup>(64)</sup>.

Em contrapartida, Bruseghini *et. al.* <sup>(68)</sup> testando a eficácia de oito semanas com treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade em idosos saudáveis e ativos, a queda de glicose se correlacionou moderadamente com aumento do percentual de massa magra, sem interferências da massa gorda. Esses resultados nos permite deduzir que existe uma possível tendência da concentração de glicose sanguínea influenciar na composição corporal, com a correlação direta para a massa gorda e inversa para a massa magra, que pode ser explicada pelos efeitos fisiológicos do sistema musculoesquelético frente ao exercício, já descritos anteriormente <sup>(62)</sup>.

No presente estudo a circunferência da cintura se torna importante pelo fato de se correlacionar direta e fortemente com a pressão arterial diastólica no grupo controle em que houve acréscimo de ambas, enquanto que o grupo TAI periodizado

essas duas variáveis diminuíram, configurando um efeito elevado e moderado respectivamente.

Similar ao nosso estudo, em meta-análise comparando diversos tipos de exercício (aeróbico contínuo, aeróbico intervalado, resistido e combinado) com o grupo controle, foi observada associação forte entre decréscimo da pressão arterial diastólica e redução da circunferência abdominal <sup>(23)</sup>. Este cenário pode representar tendência das circunferências da região do tronco influenciarem em variáveis clínicas como a pressão arterial.

### **5.1 Implicações clínicas e pontos fortes**

O exercício físico é uma ferramenta chave na prevenção e tratamento da SMet, porém os métodos de prescrição e dinâmica de cargas mostram-se frágeis, com características generalista e pouco específicos. Considerando uma população adulta sedentária e portadora de SMet em que a severidade dos fatores de risco é variável bem como sua relação com o sistema musculoesquelético deficitário, faz-se necessária uma prescrição progressiva e individualizada a fim de minimizar sobrecargas e otimizar os efeitos sobre os fatores de risco da SMet.

Embora os resultados principais do estudo sejam nas variáveis antropométricas, houve efeitos moderados sobre a pressão arterial diastólica e de manutenção sobre a glicemia, colesterol total, LDL e VLDL, permitindo afirmar uma resposta positiva deste tipo de treinamento para esta população. Ainda, pode-se dizer que a prática foi segura uma vez que aconteceu apenas uma lesão musculoesquelética que limitou a continuidade do treinamento, e nenhum participante foi excluído por sinais e sintomas adversos do exercício.

Em estudo de revisão <sup>(43)</sup> os autores atentam para a recuperação ativa entre os esforços, reforçando a importância da recuperação da frequência cardíaca nos percentuais desejados. No presente estudo tal condição se torna um ponto forte uma vez que o tempo de recuperação foi respeitado e individualizado para cada participante.

Outra questão importante é em relação à intensidade de esforço do treinamento aeróbio intervalado. A indicação deste tipo de exercício requer altas intensidades, e os seus benefícios são atribuídos a esta condição. Entretanto, no presente estudo houve a variação entre intensidade e volume durante todo o treinamento e esta condição não foi limitante em relação aos efeitos benéficos do TAI periodizado. Isto permite expandir investigações científicas em outras populações sedentárias com diferentes doenças crônicas como alternativa para pacientes com dificuldades em executar altas intensidades ou altos volumes de treino como no aeróbio contínuo.

## **5.2 Limitações do estudo**

As causas da SMet estão relacionadas a estilos de vida desfavoráveis incluindo a tríade nutrição, estresse e inatividade física. Neste contexto, podemos apontar como limitações do estudo a ausência de avaliação nutricional e do estresse para a população estudada que podem ter influenciado nos resultados.

Embora os participantes tenham sido orientados a manterem sua dieta normalmente durante o estudo, não houve avaliação para monitorar a ingestão calórica.

Outra limitação pode ser referente ao número amostral, com grandes perdas durante o estudo. A falta de aderência merece maiores investigações.

### **5.3 Perspectivas futuras**

Como perspectivas futuras de aplicação do TAI periodizado, sugere-se um maior tempo de intervenção na fase final (alta intensidade) para efeitos mais expressivos.

Acreditamos que intervenções direcionadas à associação da atividade física e controle nutricional e do estresse possam trazer melhores benefícios a curto e longo prazo para esta população doente crônica.

## **6. Conclusões**

A partir dos achados, pode-se concluir que o modelo proposto apresentou elevado efeito na redução da massa corpórea, IMC e circunferências da cintura, abdominal e quadril, efeito moderado na queda da pressão arterial diastólica, e manutenção da massa gorda, glicose, colesterol total, LDL, VLDL e frequência cardíaca. Em relação à SMet o TAI periodizado não foi capaz de mudar o diagnóstico dos participantes.

## **Referências**

1. Global status report on noncommunicable diseases 2014. Geneva: World Health Organization; 2015.
2. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. Geneva: World Health Organization; 2013.
3. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation;

International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009;120:1640-5.

4. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Belgium: International Diabetes Federation; 2006.

5. López-Jaramillo P. Consenso latino-americano de hipertensão em pacientes com diabetes tipo 2 e síndrome metabólica. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2014; 58:205-25.

6. Vidigal F, Bressan J, Babio N, Salas-Salvadó J. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. *BMC public health*. 2013;13:1198.

7. Whayne TF. Epigenetics in the development, modification, and prevention of cardiovascular disease. *Mol Biol Rep* 2015;42:765-76.

8. Ulrich-Lai YM, Ryan KK. Neuroendocrine circuits governing energy balance and stress regulation: functional overlap and therapeutic implications. *Cell. Metab* 2014;19:910-25.

9. Smith CJ, Ryckman KK. Epigenetic and developmental influences on the risk of obesity, diabetes, and metabolic syndrome. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2015;8:295-302.

10. Roseboom T, Rooij S, Painter R. The Dutch famine and its long-term consequences for adult health. *Early Human Development*. 2006;82:485-91.

11. Painter RC, Osmond C, Gluckman P, Hanson M, Phillips DIW, Roseboom TJ. Transgenerational in life effects of prenatal exposure to the Dutch famine on neonatal adiposity and health. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 2008;115:1243-9.

12. Roseboom TJ, Painter RC, Abeelen AFM, Veenendaal MVE, Rooij SR. Hungry in the womb: What are the consequences? Lessons from the Dutch famine. *Maturitas* 2011;70:141-5.

13. Bercovich E, Keinan-Boker L, Shasha SM. Long-term health effects in adults born during the Holocaust. *IMAJ* 2014;16:203-7.
14. Haikkonen K, Matthews KA, Kuller LH. The relationship between psychological risk attributes and the metabolic syndrome in healthy women: antecedent or consequence? *Metabolism* 2002;51:1573-7.
15. Gluckman PD, Hanson MA, Beedle AS. Early life events and their consequences for later disease: a life history and evolutionary perspective. *American Journal of Human Biology* 2007; 19:1-19.
16. Guia alimentar para a população brasileira - 2ª edição. Brasília: Ministério da Saúde. 2014.
17. Layman DK. Eating patterns, diet quality and energy balance. A perspective about applications and future directions for the food industry 2014;134:126-30.
18. He Y, Li Y, Lai J, Wang D, Zhang J, Fu P, et.al. Dietary patterns as compared with physical activity in relation to metabolic syndrome among Chinese adults. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 2013;23:920-8.
19. Wang D, He Y, Li Y, Luan D, Zhai F, Yang X, Ma G. Joint association of dietary pattern and physical activity level with cardiovascular disease risk factors among Chinese men: a cross-sectional study. *Plos One* 2013; 8:1-11.
20. Yamaoka K, Tango T. Effects of lifestyle modification on metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2012;10:138.
21. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*. 2012;380:247-57.
22. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. Oitava edição. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan; 2010.

23. Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens JP, Poortmans J, Gaal LV. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *Plos One* 2013;8: 1-10.
24. Pattyn N, Cornelissen VA, Eshghi SRT, Vanhees L. The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome. *Sports Medicine*. 2013;43:121-33.
25. Lackland DT, Voeks JH. Metabolic syndrome and hypertension: regular exercise as a part of lifestyle management. *Curr Hypertens Resp* 2014;16:492.
26. Lemes IR, Ferreira PH, Linares SN, Machado AF, Pastre CM, Netto Júnior J. Resistance training reduces systolic blood pressure in metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Sports Med*. 2016; 0: 1-6.
27. Barbosa MPCR, Netto Júnior J, Cassemiro BM, Souza NM, Bernardo AFB, Silva AKF, et al. Impact of functional training on cardiac autonomic modulation, cardiopulmonar parameters and quality of life in healthy women. *Clin Physiol Funct Imaging*. [in press, 2015].
28. Barbosa MPCR, Netto Júnior J, Cassemiro BM, Bernardo AFB, Silva AKF, Vanderlei FM, et al. Effects of functional training on geometric índices of heart rate variability. *Journal of Sport and Healthy Science*. [in press, 2015].
29. Plotnikoff RC, Eves N, Jung M, Sigal RJ, Padwal R, Karunamuni N. Multicomponent, home-based resistance training for obese adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *International Journal of Obesity* 2010;34: 1733-41.
30. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, et al. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a

joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *European journal of preventive cardiology* 2013;20:442-67.

31. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation* 2008;118:346-54.

32. Tjonna AE, Rognmo O, Bye A, Stolen TO, Wisloff U. Time course of endothelial adaptation after acute and chronic exercise in patients with metabolic syndrome. *Journal of Strength and Conditioning* 2011;25:2552-8.

33. Drigny J, Gremeaux V, Guiraud T, Gayda M, Juneau M, Nigam A. Long-term high-intensity interval training associated with lifestyle modifications improves QT dispersion parameters in metabolic syndrome patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2013;56:356-70.

34. Mora-Rodriguez R, Ortega JF, Hamouti N, Fernandez-Elias VE, Canete Garcia-Prieto J, Guadalupe-Grau A, et al. Time-course effects of aerobic interval training and detraining in patients with metabolic syndrome. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD* 2014;24:792-8.

35. Seo D, So W, Ha S, Yoo E, Kim D, Singh H, Fahs CA, Rossow L, Bembien DA, Bembien MG, Kim E. Effects of 12 weeks of combined exercise training on visfatin and metabolic syndrome factors in obese middle-aged women. *J Sports Sci and Med* 2011;10:222-6.

36. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health* 2012;12:704.

37. Valkeinen H, Hajjar I, Hu K, Manor B, Wisocky J, Novak V. Effects of exercise program on physiological functions in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Int J Gerontol* 2013;7:231-5.
38. Dalzill C, Nigam A, Juneau M, Guilbeault V, Latour E, Mauriege P, Gayda M. Intensive lifestyle intervention improves cardiometabolic and exercise parameters in metabolically healthy obese and metabolically unhealthy obese individuals. *Canadian Journal of Cardiology* 2014;30 434-40.
39. Gibala MJ, Gillen JB, Percival ME. Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: influences of nutrition and sex. *Sports Med.* 2014; 44(Suppl 2): S127-S137.
40. Stensvold D, Tjonna AE, Skaug E, Aspenes S, Stolen T, Wisloff U, Slordahl SA. Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *J Appl Physiol.* 2010;108:840-10.
41. Stensvold D, Slordahl SA, Wisloff U. Effect of exercise training on inflammation status among people with metabolic syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 2012;10:267-72.
42. 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.
43. Weston KS, Wisloff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;0:1-9.
44. Whyte LJ, Gill JMR, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and Experimental* 2010;59:1421-8.

45. Hussain SM, Wang Y, Cicuttini FM, Simpson JA, Giles GG, Graves S, et al. Incidence of total knee and hip displacement for osteoarthritis in relation to the metabolic syndrome and its components: a prospective cohort study. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. 2014;43:429-36.
46. Roxburgh BH, Nolan PB, Weatherwax RM, Dalleck LC. Is moderate intensity exercise training combined with high intensity interval training more effective at improve cardiorespiratory fitness than moderate intensity training alone? *J Sports Sci Med*. 2014; 13: 702-707.
47. Florindo AA, Latorre MRDO. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9:121-8.
48. Camarda SRA, Tebexreni AS, Páfaro CN, Sasai FB, Tambeiro VL, Juliano Y, Barros Neto TL. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2008;91:311-4.
49. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 1997;69: 267-91.
50. Branco FC, Vianna JM, Lima JRP. Frequência cardíaca na prescrição de treinamento de corredores de fundo. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2004;12:75-9.
51. Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge M-P, Heymsfield. New bioimpedance analysis sistem: improved phenotyping with whole-body analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 2004;58:1479-84.
52. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2000.

53. Glesson NR, Eston R, Marginson V, McHugh M. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br. J. Sports Med* 2003; 37:119-25.
54. Cochran, W. *Sampling techniques*, 3.ed. New York:John Wiley, 1977.448p.
55. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem* 1972;18:499-502.
56. American College of Sports Medicine. *Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde*. Terceira edição: Guanabara Koogan; 2011.
57. Maher JM, Markey JC, Ebert-May D. The other half of the story: effect size analysis in quantitative research. *CBE Life Sci Educ* 2013;12:345-51.
58. Massad M, Menezes RX, Silveira PS, Ortega NR. *Métodos quantitativos em medicina*. São Paulo: Manole; 2004.
59. Bye A, Tjonna AE, Stolen TO, Rosbjorgen REN, Wislof U. Transcriptional changes in blood after aerobic interval training in patients with the metabolic syndrome. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 2009; 16:47-52.
60. Salas-Romero R, Sánchez-Muñoz V, Franco-Sánchez JG, Villar-Morales A, Pegueros-Pérez A. Efectividad de dos modalidades de ejercicio aeróbico em el tratamiento de pacientes con síndrome metabólico (SM). Estudio preliminar. *Gaceta Médica de México* 2014;150:490-8.
61. Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali M, Esmaeili H, Naderali EK. A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. *International Journal of General Medicine* 2015;8:203-10.

cardiometabolic diseases and exercise capacity in healthy elderly subjects.

Oncotarget. 2015;6:16998-7015.

62. Matthew DH, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MAF, Coombes JS.

Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med Sport* 2012;15:25-31.

62. Pauli JR, Cintra DE, Souza CT, Ropelle ER. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009; 53(4): 399-408.

63. Roberts CK, Hevener A, Barnard RJ. Metabolic syndrome and insulin resistance: underlying causes and modification by exercise training. *Compr Physiol* 2013;3:1-58.

64. Mora-Rodriguez R., Ortega JF, Prada VG, Fernández-Elías VE, Hamouti N, Morales-Palomo F, et al. Effects of simultaneous or sequential weight loss diet and aerobic interval training on metabolic syndrome. *Int J Sports Med.* 2015;14.63.

65. Molmen HE, Wisloff U, Aamot IL, Stoylen A, Ingul CB. Aerobic interval training compensates age related decline in cardiac function. *Scandinavian Cardiovascular Journal* 2012;46:163-71.

66. Wang X, Hsu F, Isom S, Walkup MP, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, Church TS, Pahor M, Stafford RS, Nicklas BJ. Effect of a 12-month physical activity intervention on prevalence of metabolic syndrome in elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2012;67A:417-24.

67. Bruseghini P, Calabria E, Tam E, Milanese C, Oliboni E, Pezzato A, Pogliaghi S, Salvagno GL, Schena F, Mucelli RP, Capelli C. Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors and

**Anexo A - Questionário de atividade física habitual**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Por favor, circule a resposta apropriada para cada questão:

Nos últimos 12 meses:

(1) (2) (3) (4) (5)

Nunca/ raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre

01. Sua principal ocupação profissional .....

02. Para realizar as atividades em seu trabalho você permanece sentado:

(1) (2) (3) (4) (5)

03. Para realizar as atividades em seu trabalho você fica em pé:

(1) (2) (3) (4) (5)

04. Para realizar as atividades em seu trabalho você necessita caminhar:

(1) (2) (3) (4) (5)

05. Para realizar as atividades em seu trabalho você necessita carregar peso:

(1) (2) (3) (4) (5)

06. Após um dia de trabalho você se sente cansado ou fatigado:

(1) (2) (3) (4) (5)

07. Durante seu trabalho você transpira:

(1) (2) (3) (4) (5)

08. Em comparação com o trabalho de outras pessoas da mesma idade, você acredita que seu trabalho é fisicamente:

(1) (2) (3) (4) (5)

Muito leve, leve, igual, elevada, muito elevada

Score AFO: \_\_\_\_\_

09. Você pratica algum esporte? ( ) sim ( ) não

Qual esporte \_\_\_\_\_

Horas por semana ( ) <1 ( ) 1-2 ( ) 2-3 ( ) 3-4 ( ) >5

Meses por ano ( ) <1 ( ) 1-3 ( ) 4-6 ( ) 7-9 ( ) >9 meses

Segunda opção:

Qual esporte \_\_\_\_\_

Horas por semana ( ) <1 ( ) 1-2 ( ) 2-3 ( ) 3-4 ( ) >5

Meses por ano ( ) <1 ( ) 1-3 ( ) 4-6 ( ) 7-9 ( ) >9 meses

10. Em comparação com as outras pessoas de mesma idade, você acredita que as atividades que realiza durante seu tempo livre são fisicamente:

(1) (2) (3) (4) (5)

Muito leve, leve, igual, elevada, muito elevada

11. Nas atividades de lazer você transpira:

(1) (2) (3) (4) (5)

12. Você pratica esportes no seu tempo livre:

(1) (2) (3) (4) (5)

Score AFTL: \_\_\_\_\_

13. Você assiste televisão no seu tempo livre:

(1) (2) (3) (4) (5)

14. Você caminha no seu tempo livre:

(1) (2) (3) (4) (5)

15. Você anda de bicicleta no seu tempo livre:

(1) (2) (3) (4) (5)

16. Durante quanto tempo por dia você caminha e/ou anda de bicicleta para ir ao trabalho, à escola e às compras?

(1) (2) (3) (4) (5)

< 5 min/ 5 a 15 min/ 15 a 30 min/ 30 a 45min/ > 45 min

Score AFL: \_\_\_\_\_

Score AFT: \_\_\_\_\_

## **Anexo B - Termo de consentimento livre e esclarecido**

**Pesquisa:** Efeitos do treinamento periodizado aeróbio intervalado nos parâmetros clínicos, bioquímicos e antropométricos em portadores de síndrome metabólica.

As informações contidas nesta folha têm por objetivo firmar acordo escrito com o (a) responsável pelo (a) voluntário (a) para participação na pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que será submetido.

1) Natureza da pesquisa: Você é convidado a participar desta pesquisa, que tem como objetivo analisar os efeitos de um programa de exercício aeróbio intervalado periodizado, realizado em esteira ergométrica. O intuito da realização deste exercício é analisar as respostas dos componentes clínicos, bioquímicos e antropométricos em pacientes sedentários portadores de síndrome metabólica.

2) Participantes da pesquisa: 60 participantes entre 40 e 60 anos, sedentários. Para fazer parte deste grupo você não pode fazer consumo de bebida alcoólica ou entorpecente. Além disso, você deverá assinar um termo em que declara ter passado por uma consulta médica e que se encontra apto para realizar atividades físicas. Você permitirá que uma cópia deste atestado médico seja anexada a este termo.

3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deverá permitir que um exame físico seja realizado e um questionário seja aplicado, contendo seus

dados pessoais e avaliando as condições gerais de sua saúde. O procedimento será realizado em 16 semanas. Na semana que antecede o início da pesquisa você comparecerá ao local para aprender a realização do exercício, e ainda, será realizado teste para avaliar a carga máxima que você conseguirá atingir durante o exercício feito. A partir da 1ª até a 16ª semana serão realizadas sessões de exercícios e as coletas das variáveis clínicas. Você terá que participar de todos os testes e das sessões de exercício para que as coletas sejam realizadas, seguindo o cronograma de horários e sem faltas para que não haja comprometimento das análises das variáveis. A sessão de exercício terá duração de aproximadamente uma hora.

4) Sobre as coletas: As coletas serão marcadas com antecedência e serão realizadas na Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT-UNESP, em Presidente Prudente, no Centro de Estudos e Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR), dentro do Setor de Cardiologia, no período extra-atendimentos das 19:00 às 21:00 (segunda-feira à sexta-feira), e das 09:00 às 11:00 aos sábados.

5) Protocolo experimental: A semana que antecede o treinamento será destinada à realização de alguns testes: você realizará teste máximo em esteira ergométrica. Também será coletada, por um enfermeiro habilitado, utilizando seringas e agulhas descartáveis, uma pequena amostra de sangue de 5ml, em jejum de 12 horas, para análise do colesterol e suas frações, glicemia e triglicérides. Em repouso será realizada a mensuração da pressão arterial e frequência cardíaca. Será realizada a mensuração das circunferências corporais: cintura, abdome e quadril. Será feito também análise de composição corporal por meio de uma balança de bioimpedância

da marca TANITA. Na semana seguinte à realização destes testes, você participará de 39 sessões de exercício aeróbio intervalado ou permanecerá em suas atividades normais por 16 semanas (determinadas aleatoriamente). Na semana seguinte ao término do estudo (17ª semana), os procedimentos de testes serão realizados novamente.

6) Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Deve-se destacar que você poderá sofrer micro lesões nos músculos do seu corpo (lesões mínimas que são recuperadas rapidamente e de forma total), caracterizadas por dor muscular, como as que ocorrem normalmente após uma atividade intensa de exercícios, caracterizando uma situação comum e que não acarretará problemas a sua saúde. O monitoramento de todas as variáveis descritas e a prescrição individualizada do treinamento minimizam quaisquer riscos de lesões graves ou intercorrências cardiovasculares durante o exercício, ou seja, se você apresentar sensações como tontura, palidez, sudorese intensa, aumento excessivo da pressão arterial, dor ou qualquer outro sinal ou sintoma o exercício será interrompido imediatamente. Outro desconforto aparente poderá ser percebido durante as coletas de sangue.

7) Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

8) Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a realização de programas diferentes de exercícios físicos no comportamento de variáveis clínicas, biológicas e antropométricas, para que se consiga entender qual a melhor relação de custo e benefício da realização destes tipos de treinamento tanto no âmbito esportivo, quanto na prática clínica, ou seja, este estudo será relevante na escolha de qual o melhor tipo de exercício a ser realizado, visando sempre a melhora do desempenho, com o mínimo de prejuízo possível ao praticante.

9) Pagamento: Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e, nada será pago por sua participação.

10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e o(a) voluntário(a) deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para permitir a participação do voluntário nesta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

#### CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_

após a leitura e compreensão destas informações, entendo que a minha participação, é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem

prejuízo algum. Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Presidente Prudente, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Telefone para contato: \_\_\_\_\_

Assinatura do Pesquisador: \_\_\_\_\_

Assinatura do Orientador: \_\_\_\_\_

**Anexo C – Parecer do Comitê de ética em Pesquisa**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA - UNESP/  
CAMPUS DE PRESIDENTE

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DO TREINAMENTO PERIODIZADO AERÓBIO INTERVALADO E DE FORÇA RESISTIDA NOS PARÂMETROS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E ANTROPOMÉTRICOS EM PORTADORES DE SÍNDROME METABÓLICA

**Pesquisador:** Jayme Netto Júnior

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 31687114.8.0000.5402

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 853.339

**Data da Relatoria:** 06/11/2014

**Apresentação do Projeto:**

Vide parecer anterior.

**Objetivo da Pesquisa:**

Vide parecer anterior.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Vide parecer anterior.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Vide parecer anterior.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

TCLE: foi corrigido conforme solicitado.

**Recomendações:**

Que as duas primeiras páginas do TCLE sejam rubricadas pelo participante da pesquisa e pelos pesquisadores.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O presente estudo não fere princípios éticos segundo a Resolução CNS 466/2012.

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305

**Bairro:** Centro Educacional

**CEP:** 19.060-900

**UF:** SP

**Município:** PRESIDENTE PRUDENTE

**Telefone:** (18)3229-5315

**Fax:** (18)3229-5353

**E-mail:** cep@fct.unesp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA - UNESP/  
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 853.339

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em reunião realizada no dia 31.10.2014, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO.

Obs: Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

PRESIDENTE PRUDENTE, 31 de Outubro de 2014

---

**Assinado por:**  
**Edna Maria do Carmo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305  
**Bairro:** Centro Educacional **CEP:** 19.060-900  
**UF:** SP **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE  
**Telefone:** (18)3229-5315 **Fax:** (18)3229-5353 **E-mail:** cep@fct.unesp.br