


# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 20/07/2019

**Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Laís Manata Vanzella**




**Impacto do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre a  
modulação autonômica cardíaca e variáveis cardiovasculares  
em portadores de Síndrome Metabólica**

**Presidente Prudente**

**2017**

## **Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Laís Manata Vanzella**



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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei

**Presidente Prudente**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

V384i Vanzella, Laís Manata.  
Impacto do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre a modulação autonômica cardíaca e variáveis cardiovasculares em portadores de Síndrome Metabólica / Laís Manata Vanzella. - Presidente Prudente : [s.n.], 2017  
81 f.

Orientador: Luiz Carlos Marques Vanderlei  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Síndrome metabólica. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Exercício. I. Vanderlei, Luiz Carlos Marques. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

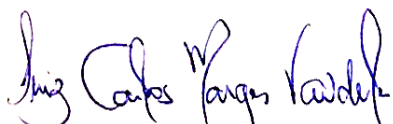
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTO DO TREINAMENTO AERÓBIO INTERVALADO PERIODIZADO SOBRE A MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E VARIÁVEIS CARDIOVASCULARES EM PORTADORES DE SÍNDROME METABÓLICA**

**AUTORA: LAÍS MANATA VANZELLA**

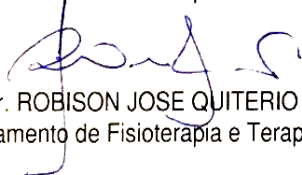
**ORIENTADOR: LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI**

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



Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI

Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Presidente Prudente



Prof. Dr. ROBISON JOSE QUITERIO

Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP



Profa. Dra. ANA CLARA CAMPAGNOLO REAL GONCALVES

UNOESTE / Universidade do Oeste Paulista

Presidente Prudente, 20 de julho de 2017

*Dedicatória*

---

*Dedico esta dissertação àqueles que sempre me amaram, apoiaram e  
incentivaram o meu crescimento, minha FAMÍLIA...*

*Agradecimientos*

---



Dou início aos meus agradecimentos, dando graças a Deus. Por AMAR a mim e ao mundo, por permitir que eu chegasse até aqui, por cuidar de cada detalhe da minha vida, por ser meu guia, por nunca me abandonar. Obrigada Senhor, por me mostrar a cada dia o quão maravilhoso Tu és e por me mostrar quão bom é andar ao seu lado. Obrigada pela minha vida, e pela vida de cada uma das pessoas no qual eu citarei nestes agradecimentos, foi muita bondade colocar cada um deles no meu caminho. A Ti toda a honra e toda a glória.

Luiz Carlos, meu professor e orientador. Obrigada por apostar em mim lá no primeiro ano de faculdade, quando eu era um “bicho do mato”. Obrigada por ser luz, por ser mestre, por ser exemplo. Obrigada pela oportunidade, por ser tão acessível, por compartilhar com tanta boa vontade todo seu conhecimento. Obrigada professor, pela confiança, pelos conselhos, pela paciência, e pelo convívio diário. Sou muito grata por conviver com alguém tão exemplo de vida. Muito obrigada chefe!

Família, obrigada! Pai e mãe, vocês foram essenciais em toda essa caminhada. Obrigada por confiarem em mim, pelo amor, dedicação e carinho de vocês por mim, por me ensinarem o caminho do bem, por desejarem um futuro bom pra mim, por me ensinarem a ter objetivo, e que só conseguimos alcançá-los se houver esforço e dedicação. Agradeço ainda, e principalmente, pela vida de vocês, por vocês serem pessoas tão honestas, que batalharam a vida toda com dignidade e caráter. Obrigada pelo exemplo diário que vocês são pra mim. Obrigada pai e mãe, por tudo, eu devo tudo a vocês. Amo muito vocês.

Lara, minha lindinha, minha irmã que eu tanto desejei, e que está sempre do meu lado para tudo, mesmo longe. Falo sempre que ela veio sob encomenda, dedicada, esforçada, estudiosa, inteligente, engraçada, carinhosa e amável. Me pergunto todos os dias como com tão pouca idade ela consegue muitas vezes ser mais adulta que eu rs. Obrigada Lara, pelo amor e carinho, e por me orgulhar tanto a cada dia. Pode ter certeza que minha vida ficou muito melhor depois que você chegou.

Amor, obrigada por todos estes anos de convivência, por estar ao meu lado em todos os momentos. Obrigada pelo amor, carinho, respeito e dedicação a mim, e haja dedicação né? Obrigada pela convivência, pela paciência, por entender e abraçar meus sonhos, e sonhar junto comigo. Você foi uma peça

fundamental pra que eu chegasse até aqui, e tornou meus dias aqui em Presidente Prudente muito mais felizes. Obrigada! Amo você!

Adelaine (Deca), Luiz Fernando (Nando) e Carlos Eduardo (Cadu), não posso deixar de agradecer a vocês. Obrigada por me incluírem de maneira tão linda na família de vocês, por fazerem com que eu sentisse tão amada e feliz por ter encontrado pessoas tão abençoadas. Obrigada por toda a ajuda e por se fazerem, mesmo longe, ainda tão presentes na minha vida. Vocês são muito, muito especiais pra mim, e estão sempre no meu coração.

Flávia, minha amiga que a faculdade me deu. Obrigada por ser essa pessoa tão incrível e iluminada, que está sempre torcendo pelo meu sucesso e que eu sei que posso contar. Obrigada por me mostrar todos os dias o quão amiga você é, por se fazer tão presente no meu dia a dia e por tudo que já compartilhamos juntas. Amo você!

Obrigada a todos os integrantes do Laboratório de Fisiologia do Estresse, Rayana, Carol, Mayara, Felipe, Romy, Dayane, Beatriz, Ana Laura e Luana, Mileide pela convivência diária e troca de conhecimento. À Ana Clara, por todo apoio, oportunidade, aprendizado e confiança. Você é muito especial. Agradeço ainda aos alunos da graduação, por todo o apoio, em especial a aqueles no qual eu ajudo na orientação, Vitor e Denise. Vocês contribuíram muito para o meu crescimento ao longo deste tempo e me fizeram ter uma experiência incrível. Obrigada pela dedicação e empenho de vocês, vocês são muito especiais para mim!! Maria Júlia e Lorena, também não posso não citar vocês!! Companheiras de coleta e pessoas tão especiais.

Agradeço ainda a minha parzinha, Isabela. Sei que no início foi difícil, mas acredito que fizemos uma bela dupla. Por ironia do destino a vida fez com que nos encontrássemos, e não foi por acaso, foi sim, da maneira com que aconteceu, para que ambas contribuíssemos à vida da outra com aquilo que tínhamos a oferecer, e esta troca foi muito importante mim. Muito obrigada pela amizade! Você, o Matheus e o Fabinho estão sempre no meu coração.

Anne, aquela amiga que por sorte está no computador ao lado. Aquela durona que de durona não tem nada. Obrigada por ser tão querida e especial, por ser minha amiga, por ouvir tudo que eu penso porque eu não sei pensar baixo rs, por me ajudar em tudo que preciso, por ser tão disponível. Obrigada por permitir que nossa convivência exceda os limites do laboratório, por

contribuir tanto pro meu crescimento profissional e pessoal e por ser minha AMIGA de todas as horas. Amo você!!

Guilherme, Ivan e Bruno, obrigada por todo apoio de sempre. Meu eterno grupo de estágio, meus irmãos. Sou muito grata por ter vocês na minha vida. Muito obrigada !!

Agradeço ainda, aos integrantes do Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE). Em especial ao Jaime Netto, por todas as oportunidades e por permitir que meu mestrado fosse realizado em parceria com o LAFIDE. Aos alunos da graduação que estavam conosco, firmes e fortes durante a realização das coletas. E aos meus queridos, Stephanie, Rodolfo, Carlos e Paulinha, por me acolherem, por todo o aprendizado na organização das coletas e por tornarem as noites no CEAFIR muito mais animadas e felizes. Conseguimos, juntos!! Steh, não dá pra não falar de você de maneira especial né? De companheira de coleta a amiga! Obrigada por torcer por mim, por estar sempre presente, e por ser tão especial em toda essa trajetória.

Agradeço também àqueles do meu convívio diário Alessandra, Dayane, Lara Coelho, Andressa Cacefo, Rodolfo, Carlos, Andressa Muchiutti, Danielli, Alan, Bruna, Zeca, e especialmente a Lara Netto e a Lorena, pela ajuda, paciência, incentivo, compreensão, pelo acolhimento, e por todo o carinho de vocês por mim !! Muito obrigada.

Obrigada ainda a banca avaliadora tanto do exame geral de qualificação como desta defesa pública de mestrado: Ana Clara, Diego e Robison, primeiramente pela disponibilidade de aceitarem o convite, e pelas contribuições dadas, que certamente foram muito importantes para a finalização deste trabalho.

Por fim, agradeço aos voluntários participantes deste projeto!! Vocês foram sensacionais. Sem a disponibilidade de vocês nada seria possível!! Muito obrigada por tudo !!

Hoje mais um ciclo se encerra, para que um novo se inicie!

*Gratidão!*

*Epigrafe*

---

*“Se consegui ver mais longe é porque estava aos ombros de gigantes”.*

*(Isaac Newton)*

*Sumário*

---

## Sumário

1. Apresentação .....	14
2. Resumo .....	17
3. Abstract .....	19
4. Introdução .....	21
a. Artigo 1 .....	27
b. Artigo 2 .....	51
5. Conclusões.....	74
6. Referências .....	76

*Apresentação*

---



Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada: **Impacto do treinamento aeróbio intervalado periodizado sobre a modulação autonômica cardíaca e variáveis cardiovasculares em portadores de Síndrome Metabólica**, realizada no Laboratório de Fisiologia do Estresse da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

Em concordância com as normas do modelo alternativo do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- Introdução, contendo a contextualização do tema pesquisado;
- Artigo I: Vanzella LM e Vanderlei LCM. Efeitos de uma nova abordagem de treinamento aeróbio na modulação autonômica cardíaca e parâmetros cardiovasculares de indivíduos com síndrome metabólica. Que será submetido para análise ao periódico: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* (normas para submissão no site: <http://edmgr.ovid.com/ajpmr/accounts/ifauth.htm>).
- Artigo II: Vanzella LM e Vanderlei LCM. Índices geométricos da variabilidade da frequência cardíaca são modificados após treinamento aeróbio intervalado periodizado em indivíduos com síndrome metabólica? Que será submetido para análise ao periódico: *Clinical Physiology and Functional Imaging* (normas para submissão no site: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1475-097X/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1475-097X/homepage/ForAuthors.html))
- Conclusões, obtidas por meio da pesquisa realizada; e
- Referências, no formato recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – *Internacional Committe of Medical Journal Editours*), para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução.

Ressalta-se que os artigos estão formatados e apresentados conforme as normas para apresentação da dissertação, porém serão submetidos de acordo com as normas de cada periódico.

*Resumo*

---

**INTRODUÇÃO:** Alterações na modulação autonômica e em parâmetros cardiovasculares podem estar presentes na síndrome metabólica (SM), sugerindo um mal funcionamento fisiológico e alto índice de morbi-mortalidade desta população. Nesse contexto, é de fundamental importância a escolha de tratamentos eficazes que possam amenizar esse quadro. **OBJETIVO:** Avaliar os efeitos do treinamento aeróbio intervalado (TAI) periodizado sobre a modulação autonômica cardíaca e parâmetros cardiovasculares de indivíduos com SM. **MÉTODOS:** Para a realização do presente estudo foram recrutados 52 indivíduos com diagnóstico de SM, os quais foram alocados em dois grupos: TAI (GTAI; n = 26) e controle (GC; n = 26). O grupo GTAI foi submetido a um programa de TAI periodizado, durante 16 semanas. Para avaliação da modulação autonômica e parâmetros cardiovasculares foram mensurados, em ambos os grupos no início e ao final do treinamento, índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC). Para a avaliação dos efeitos do TAI sobre as variáveis analisadas foi realizada a análise de Covariância (ANCOVA), que comparou a diferença das médias entre os grupos GTAI e GC ajustando-se por sexo, idade e hipertensão (controlada ou não). **RESULTADOS:** Aumento significativos nos índices rMSSD ( $6,15 \pm 2,10$  vs.  $-0,18 \pm 2,14$ ), LFms<sup>2</sup> ( $419,84 \pm 123,53$  vs.  $-7,08 \pm 126,11$ ), SDNN ( $8,55 \pm 2,63$  vs.  $-1,51 \pm 1,68$ ), RRTRI ( $-1,25 \pm 0,58$  vs.  $1,41 \pm 0,57$ ), SD1 ( $-0,13 \pm 1,52$  vs.  $4,34 \pm 1,49$ ) e SD2 ( $-2,14 \pm 3,59$  vs.  $11,23 \pm 3,52$ ) foram observados no grupo GTAI e a análise qualitativa do *plot* de Poincaré mostrou aumento na dispersão dos intervalos RR tanto a curto quanto a longo prazo nesse grupo em comparação ao GC após a intervenção. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para os índices lineares de VFC no domínio da frequência [LFun ( $5,74 \pm 3,29$  vs.  $-1,67 \pm 3,36$ ), HFun ( $-5,72 \pm 3,27$  vs.  $1,66 \pm 3,34$ ) e relação LF/HF ( $0,58 \pm 0,63$  vs.  $-0,109 \pm 0,64$ )], assim como nos parâmetros cardiovasculares PAS, PAD e FC e nos índices geométricos TINN ( $-4,05 \pm 17,38$  vs.  $25,52 \pm 17,03$ ) e relação SD1/SD2 ( $0,03 \pm 0,02$  vs.  $0,00 \pm 0,02$ ). **CONCLUSÃO:** Pode-se concluir que 16 semanas de TAI foi capaz de promover efeitos benéficos da modulação autonômica de indivíduos com SM, caracterizada por aumento da modulação parassimpática e simpática e da variabilidade global. Alterações nos parâmetros cardiovasculares não foram evidenciadas com a realização do TAI.

**Palavras-chave:** Sistema nervoso autônomo; síndrome metabólica; síndrome x; exercício.

*Abstract*

---

## **Impact of periodized aerobic interval training on cardiac autonomic modulation and cardiovascular parameters of metabolic syndrome individuals**

**INTRODUCTION:** Alterations in autonomic modulation and cardiovascular parameters can be present in metabolic syndrome (Mets), suggesting a physiological malfunction and high level of morbimortality of this population. In this context, the choose of effective treatment it's of fundamental importance. **OBJECTIVE:** Evaluate the effect of a periodized aerobic interval training (AIT) on cardiac autonomic modulation and cardiovascular parameters of subjects with Mets. **METHODS:** To the realization of the study was recruited 52 individuals with diagnosis of Mets, that were allocated into two groups: AIT (AITG; n = 26) and control (CG; n = 26). The AITG group was submitted to a periodized AIT program, during 16 weeks. To evaluation of autonomic modulation and cardiovascular parameters were measured, in both groups at the beginning and at the end of the training, heart rate variability (HRV) indexes, blood pressure (BP) and heart rate (HR). To evaluate the effects of AIT on the variables analyzed, were realized the analysis of covariance (ANCOVA), that compared the differences of the average between the groups AITG and CG adjusting by sex, age and hypertension (controlled or not). **RESULTS:** Significant increase in the indexes rMSSD ( $6,15 \pm 2,10$  vs.  $-0,18 \pm 2,14$ ), LFms<sup>2</sup> ( $419,84 \pm 123,53$  vs.  $-7,08 \pm 126,11$ ), SDNN ( $8,55 \pm 2,63$  vs.  $-1,51 \pm 1,68$ ), RRTRI ( $-1,25 \pm 0,58$  vs.  $1,41 \pm 0,57$ ), SD1 ( $-0,13 \pm 1,52$  vs.  $4,34 \pm 1,49$ ) and SD2 ( $-2,14 \pm 3,59$  vs.  $11,23 \pm 3,52$ ) were observed in AITG group, and the qualitative analyze of Poincaré plot show an increase in RR intervals dispersion, as short as long term in this group compare to CG after the intervention. Was not observed statistically significant differences between the groups to linear indexes of HRV in frequency domain [LFun ( $5,74 \pm 3,29$  vs.  $-1,67 \pm 3,36$ ), HFun ( $-5,72 \pm 3,27$  vs.  $1,66 \pm 3,34$ ) and LF/HF ratio ( $0,58 \pm 0,63$  vs.  $-0,109 \pm 0,64$ )] as in cardiovascular parameters SBP, DBP and HR and in geometric indexes TINN ( $-4,05 \pm 17,38$  vs.  $25,52 \pm 17,03$ ) and SD1/SD2 ratio ( $0,03 \pm 0,02$  vs.  $0,00 \pm 0,02$ ). **CONCLUSION:** We can conclude that 16 weeks of AIT was able to promote benefits effects on autonomic modulation of subjects with Mets, characterized by increase in parasympathetic and sympathetic modulation and in global variability. Cardiovascular parameters alterations were not evidenced with the AIT realization.

**Key-words:** Autonomic nervous system; metabolic syndrome; syndrome x; exercise.



A síndrome metabólica (SM) é um transtorno complexo representado por um conjunto de fatores de risco cardiovasculares, usualmente relacionados à deposição central de gordura e à resistência a insulina<sup>1</sup>, que tem ganhado crescente interesse na literatura<sup>2,3,4</sup>. A SM possui alta prevalência ao redor do mundo, estando presente em cerca de 23,7% da população americana, 30% da população europeia<sup>5</sup>, 27,4% dos indivíduos do norte da china<sup>6</sup> e 29,6% de indivíduos brasileiros<sup>7</sup>.

Inúmeras são as definições que caracterizam portadores de SM estando dentre elas as estabelecidas pela NCEP/ATP III (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III)<sup>8</sup>, IDF (International Diabetes Federation)<sup>9</sup> e OMS (Organização Mundial da Saúde)<sup>10</sup>. Dentre estas, a IDF tem se destacado como a melhor maneira de classificar indivíduos sul americano, segundo estudo realizado por Albert e colaboradores<sup>9</sup> contendo várias associações internacionais que realizam consenso sobre SM.

Segundo os critérios da IDF são caracterizados como portadores da SM indivíduos que apresentarem pelo menos três dos seguintes fatores: glicose  $\geq 100$  mg/dL ou tratamento para hiperglicemia; HDL-colesterol menor que 40 mg/dL para homens e menor que 50 mg/dL em mulheres ou tratamento para HDL baixo em ambos os sexos; Triglicérides  $\geq 150$  mg/dL ou tratamento para triglicérides elevado; Obesidade: circunferência da cintura  $\geq 90$  cm para homens ou  $\geq 80$  cm para mulheres; Hipertensão: pressão arterial  $\geq 130 \times 85$  mmHg ou tratamento medicamentoso para HAS<sup>9</sup>.

A presença desses fatores promovem inúmeras alterações no organismo como: aumento dos níveis de substâncias pró-inflamatórias, desenvolvimento de estados de resistência insulínica, disfunções endoteliais, estados de hipercoagulação e alterações hormonais<sup>11</sup>. Além disso, são também considerados



fatores de risco para doenças cardiovasculares e diabetes *mellitus* tipo 2<sup>12</sup>, sendo evidenciado que portadores da SM possuem maior suscetibilidade a apresentar problemas cardíacos e disfunções de contratilidade<sup>13</sup>.

São encontradas também na presença dos componentes da SM, alterações na modulação autonômica cardíaca<sup>14</sup>, sendo apontada uma relação inversamente proporcional entre os componentes da SM e os valores dos índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC)<sup>15</sup>, uma técnica não invasiva que avalia a modulação autonômica por meio da análise da variação entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR)<sup>16</sup>.

A análise da VFC pode ser realizada por meio de diversos métodos, no qual se inclui os lineares, nos domínios do tempo e da frequência<sup>16</sup>, e os métodos geométricos, que fornecem o índice triangular (RRtri), a interpolação triangular de histograma de intervalos NN (TINN) e o *plot* de Poincaré<sup>17-19</sup>. Este último, tem se destacado por ser considerado por muitos autores como uma forma não linear de análise da VFC<sup>20</sup>, o que possibilita um melhor entendimento da natureza de sistemas complexos e dinâmicos que ocorrem no corpo humano em condições saudáveis e patológicas<sup>21</sup>, fornecendo informações complementares a respeito da modulação autonômica dos indivíduos avaliados<sup>22</sup>.

Na presença da SM, são encontrados por meio da VFC redução da modulação vagal e global do SNA e uma maior atuação simpática<sup>14</sup>, o que sugere um mal funcionamento fisiológico e maior risco de eventos cardiovasculares<sup>23</sup>, tornando ainda pior o prognóstico desta população.

No contexto acima descrito, é de fundamental importância a escolha de tratamentos eficazes que possam reduzir o alto índice de morbi-mortalidade de indivíduos com SM. Neste sentido, a prática regular de atividade física tem se

destacado<sup>24,25</sup>, por promover diversas adaptações metabólicas, cardiovasculares e autonômicas e efeitos benéficos relacionados aos diversos fatores de risco que compõem a SM<sup>1,25,26</sup>.

Efeitos benéficos do treinamento aeróbio<sup>27-33</sup>, resistido<sup>34-37</sup> ou combinado<sup>28,33,34</sup> em indivíduos com SM foram descritos da literatura. Além dos diferentes treinamentos acima descritos estudos apontam ainda que o treinamento intervalado do tipo aeróbio promove aumento da capacidade aeróbia e redução da pressão arterial sistólica e diastólica nestes indivíduos<sup>32</sup>. Segundo Gibala e cols. este tipo de treinamento é mais eficiente em induzir rápidas adaptações musculares e na performance quando comparado a treinamentos contínuos<sup>38</sup>.

Além disto, o treinamento aeróbio intervalado (TAI) é de fácil aplicabilidade, tanto na prática clínica como experimentalmente, sendo descrito efeitos positivos relacionados à função cardiorrespiratória<sup>39,40</sup> e muscular<sup>41</sup>, o que levaram pesquisadores a considerar a aplicação desse tipo de treinamento no campo das doenças cardiovasculares<sup>41</sup>. Ainda, a literatura aponta alterações positivas no balanço simpato-vagal com aumento da atuação parassimpática em indivíduos saudáveis submetidos ao TAI<sup>42,43</sup>. Já em indivíduos com SM, estudos que avaliam esses efeitos não são de nosso conhecimento.

Apesar de promover diversas adaptações positivas em indivíduos em condição saudável e patológica, estudos que realizaram modelos de TAI periodizados e sistematizados, o qual apresenta fases adaptativas, cargas progressivas e semanas de descanso, que otimizam a performance e os ganhos promovidos pelo treinamento são desconhecidos na literatura para pacientes com SM. Os modelos de treinamento periodizados foram criados na década de 60 visando aumentar o desempenho de atletas de alto rendimento<sup>44</sup>. Atualmente, esse

modelo é usado em diversas modalidades, direcionado para cada tipo de competição de maneira específica<sup>45</sup>, podendo em decorrência de sua especificidade, ser adaptado ao tratamento de condições patológicas como a SM.

Em indivíduos sedentários com SM, a aplicação do TAI com uma periodização adaptada à esta população, que inclua períodos preparatórios com aumento progressivo da carga, fases específicas de menor duração predominando a intensidade, e períodos de transição para que haja recuperação, pode ser eficaz e seguro para esses indivíduos.

Tomados em conjunto esses dados apontam para algumas lacunas na literatura, ou seja, a realização de um programa de TAI periodizado por indivíduos com SM pode promover alterações na modulação autonômica cardíaca? Estas alterações poderão ser evidenciadas por índices lineares e geométricos da VFC? Se sim, quais as alterações que serão promovidas? Ainda, haverá alterações nos parâmetros cardiovasculares desses indivíduos induzidas pela realização do programa de TAI periodizado? O desenho desse estudo será realizado para responder a essas questões.

Informações desta natureza são essenciais, já que existem evidências de que alterações na modulação autonômica cardíaca estão presentes em inúmeros marcadores da SM<sup>14</sup> e também se relacionam ao maior risco cardiovascular desta população<sup>16</sup>. Além disso, o TAI periodizado, um modelo de treinamento pouco conhecido quando se trata de condições patológicas, pode surgir como um novo tipo de tratamento que forneça segurança e eficácia para essa população. Portanto, o estudo tem por objetivo avaliar os efeitos do treinamento aeróbio intervalado sobre a modulação autonômica cardíaca e parâmetros cardiovasculares de indivíduos com síndrome metabólica.

Para cumprir com os objetivos propostos foi realizado um estudo que proporcionou a elaboração de dois artigos científicos. O primeiro deles foi intitulado: **“Efeitos de uma nova abordagem de treinamento aeróbio na modulação autonômica cardíaca e parâmetros cardiovasculares de indivíduos com síndrome metabólica”**, o qual teve por objetivo avaliar os efeitos de 16 semanas de TAI periodizado sobre a modulação autonômica cardíaca e parâmetros cardiovasculares de indivíduos com SM. Os resultados deste estudo permitem concluir que o TAI periodizado promoveu efeitos positivos na modulação autonômica de indivíduos com SM, caracterizada por um aumento da atividade parassimpática, simpática e global desta população. Ainda, alterações nos parâmetros cardiovasculares não foram evidenciadas nos indivíduos com SM submetidos ao TAI periodizado.

O segundo artigo intitulado: **“Índices geométricos da variabilidade da frequência cardíaca são modificados após treinamento aeróbio intervalado periodizado em indivíduos com síndrome metabólica?”**, o qual teve por objetivo avaliar por meio de índices geométricos da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), os efeitos do TAI periodizado na modulação autonômica de indivíduos com SM. Os resultados deste estudo permitiram concluir que TAI periodizado realizado promoveu um impacto positivo na modulação autonômica de indivíduos com SM, caracterizada por aumento da variabilidade global e da modulação parassimpática, que pode ser identificada por meio de índices geométricos da VFC.

A seguir esses artigos serão apresentados na íntegra, conforme as normas para apresentação da dissertação, as quais foram definidas pelo Conselho de Curso do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP.

*Conclusões*

---

Conclui-se, a partir dos achados que:

- I. Alterações nos parâmetros cardiovasculares não foram evidenciadas nos indivíduos SM submetidos ao TAI periodizado. Apesar disto, efeitos positivos na modulação autonômica de indivíduos portadores de SM, caracterizada por um aumento da atividade parassimpática, simpática e global desta população foram encontrados após 16 semanas de TAI periodizado.
- II. Alterações na modulação autônoma de indivíduos com SM submetidos ao TAI periodizado também foram evidenciados por índices geométricos da VFC.

*Referências*

---

1. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2005;84(1).
2. Meirelles RMR. Menopausa e síndrome metabólica. Arquivos Brasileiros Endocrinologia Metabólica. 2014;58(2).
3. Leal J, Garganta R, Seabra A, Chaves R, Souza M, Maia J. Um resumo do estado da arte acerca da Síndrome Metabólica. Conceito, operacionalização, estratégias de análise estatística e sua associação a níveis distintos de atividade física. Revista Portuguesa Ciências do Desporto. 2009;9(2-3):231-244.
4. Penalva DQF. Síndrome metabólica: diagnóstico e tratamento. Revista Medicina (São Paulo). 2008;87(4):245-50.
5. Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, Balkau B, Borch-Johnsen K, Pyorala K, et al. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. Arch Intern Med. 2004;164(10):1066–76.
6. Song Q-B, Zhao Y, Liu Y-Q, Zhang J, Xin S-J, Dong G-H. Sex difference in the prevalence of metabolic syndrome and cardiovascular-related risk factors in urban adults from 33 communities of China: The Chpsne study. Diabetes Vasc Dis Res. 2015;12(3):189–98.
7. Vidigal FC, Bressan J, Babio N, Salas-Salvadó J. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. BMC Public Health. 2013;13:1198.
8. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, et al. Diagnosis and Management of the metabolic syndrome. Circulation. 2005;112:2735-2752.
9. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, 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;
- 10.7. World Health Organization: Report of a WHO consultation: definition of metabolic syndrome in definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications I. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva, World Health Organization, Department of Noncommunicable Disease Surveillance, 1999.



11. Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiology Research and Practice*. 2014;12(4):856-75.
12. Esser N, Legrand-Poels S, Piette J, Schenn AJ, Paquot N. Inflammation as a link between obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;105:141-150.
13. Ren SY, Xu X. Role of autophagy in metabolic syndrome-associated heart disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*. 2015;1852(2):225-231.
14. Stuckey MI, Tulpo MP, Kiviniemi AM, Petrella RJ. Heart rate variability and the metabolic syndrome: a systematic review of the literature. *Diabetes Metabolism Research Review*. 2014;30:784-793.
15. Gehi A, Lampert R, Veledar E, Lee F, Goldberg J, et al. A twin study of metabolic syndrome and autonomic tone. *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 2010;20(4):422-428.
16. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular* 2009;24(2):205-217.
17. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*. 1996;17:354–81.
18. Majercak I. The use of heart rate variability in cardiology. *Bratisl Lek Listy* 2002;103(10):368-377.
19. Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability : A review. *Medical and Biological Engineering and Computing*. 2007;44(12):1031-1051.
20. Kubičková A, Kozumplík J, Nováková Z, Plachý M, Jurák P, Lipoldová J. Heart rate variability analysed by Poincaré plot in patients with metabolic syndrome. 2016;49:23–8.
21. Higgins JP. Nonlinear Systems in Medicine. *Yale J Biol Med*. 2002;75(5-6):247–60.
22. Khaled A, Owis MI, Mohamed ASA. Employing Time-Domain Methods and Poincaré Plot of Heart Rate Variability Signals to Detect Congestive Heart Failure. *BIME Journal*. 2006;6(1): 35-41.

23. Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham heart study. *Circulation*. 1996;94(11):2850–5.
24. Zhang WH, Xue P, Yao MY, Chang HM, Wu Y, et al. Prevalence of metabolic syndrome and its relationship with physical activity in suburban Beijing, China. *Annals of Nutrition of Metabolism*. 2013;63:298-304.
25. Vasconcellos FVA, Kraemer-Aguiar MG, Lima AFPS, Paschoalino TMPF, Monteiro WD. Exercício físico e síndrome metabólica. *Revista HUPE*. 2013;12(4):78-88.
26. Tibana RA, Boullosa DA, Leicht AS, Prestes J. Women with metabolic syndrome present different autonomic modulation and blood pressure response to an acute resistance exercise session compared with women without metabolic syndrome. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2013;33:364-72.
27. Colombo CM, Macedo RM, Fernandes-Silva MM, Caporal AM, Stinghen AE, Costantino CR et al. Efeitos de curto prazo de um programa de atividade física moderada em pacientes com síndrome metabólica. *Einstein*. 2013;11(3):324-30.
28. Dumortier M, Brandou F, Perez-Martin A, Fedou C, Mercier J, Brun JF. Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. *Diabetes & Metabolism*. 2003;29(5):509-18.
29. Watkins LL, Sherwood A, Feinglos M, Hinderliter A, Babyak M, Gullette E et al. Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome X. *Archives of Internal Medicine*. 2003;163(16):1889-95.
30. Gomes VA, Casella-Filho A, Chagas ACP, Tanus-Santos JE. Enhanced concentrations of relevant markers of nitric oxide formation after exercise training in patients with metabolic syndrome. *Nitric Oxide*. 2008;19(4):345-50.
31. Irving BA, Davis CK, Brock DW, Weltman JY, Swift D, Barrett EJ et al. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2008;40(11):1863-72.
32. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen 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(4):346-54.

33. Ernest CP, Johannsen NM, Swift DL, Gillison FB, Mikus CR, Lucia A, et al. Aerobic and strength training in concomitant metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2014;46(7):1293-301.
34. Churilla JR, Johnson TM, Magyari PM, Crouter SE. Descriptive analysis of resistance exercise and metabolic syndrome. *Diab & Metab Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2012;6:42-7.
35. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Resistance Training in the Treatment of the Metabolic Syndrome. *Sports Medicine*. 2010;40(5):397-415.
36. Sundell J. Resistance training is an effective tool against metabolic and frailty syndromes. *Advances in Preventive Medicine*. 2011;7.
37. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Disease*. 2010;20(8):608-17.
38. Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*. 2006;575(3):901-11.
39. Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi O. High-Intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exerc Sport Sci Rev*. 2009;37(3):139-146.
40. Gayda M, Normandin E, Meyer P, Juneau M, Haykowsky M, Nigam A. Central hemodynamic responses during acute high-intensity interval exercise and moderate continuous exercise in patients with heart failure. *Applied Physiology Nutrition Metabolism*. 2012;37(6):1171-8.
41. Guiraud T, Nigam A, Juneau M, Meyer P, Gayda M, Bosquet L. Acute Responses to High-Intensity Intermittent Exercise in CHD Patients. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011; 43(2): 211-217
42. Rakobowchuk M, Harris E, Taylor A, Cubbon RM, Birch KM. Moderate and heavy metabolic stress interval training improve arterial stiffness and heart rate dynamics in humans. *European Journal Applied Physiology*. 2013;113:839-849.

- 43.53. Fronchetti L, Nakamura FY, Oliveira FR, Lima-Silva AE, Lima JRP. Effects of high-intensity interval training on heart rate variability during exercise. JEP online.2007;10(4):1-9.
44. Matveyev LP. Problem of periodization the sport training [in Russian]. Moscow: FiS Publisher, 1964.
45. Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. Sports Medicine. 2010;40(3):189-206.