

**ALTAIR CUSTODIO JUNIOR**

**EFEITOS DA FOTOTERAPIA ASSOCIADO A UM TREINAMENTO DE SPRINTS E  
AGACHAMENTO NO COMPORTAMENTO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA  
FRÊQUENCIA CARDÍACA: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO POR  
AMOSTRA ESTRATIFICADA, PLACEBO-CONTROLADO**

**Presidente Prudente**

**2018**

**ALTAIR CUSTODIO JUNIOR**

**EFEITOS DA FOTOTERAPIA ASSOCIADO A UM TREINAMENTO DE SPRINTS E  
AGACHAMENTO NO COMPORTAMENTO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA  
FRÊQUENCIA CARDÍACA: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO POR  
AMOSTRA ESTRATIFICADA, PLACEBO-CONTROLADO**

Relatório do Exame Geral de Qualificação  
apresentado ao Programa de Pós-Graduação em  
Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Estadual Paulista "Júlio de  
Mesquita Filho" (FCT/UNESP) – Presidente  
Prudente.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

**Presidente Prudente**

**2018**

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente

Custodio Junior, Altair.  
C991e Efeitos da fototerapia associado a um treinamento de sprints e agachamento no comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca : um ensaio clínico randomizado por amostra estratificada, placebo-controlado / Altair Custodio Junior. - 2018  
55 f. : il.

Orientador: Carlos Marcelo Pastre  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.  
Inclui bibliografia

1. *Photobiomodulation*. 2. Recuperação da função. 3. Sistema nervoso autônomo. I. Pastre, Carlos Marcelo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção  
CRB-8/9013



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

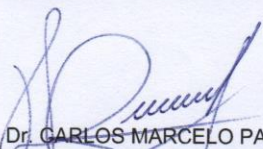
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

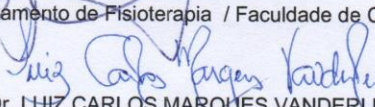
**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Efeitos da fototerapia associado a um treinamento de sprints e agachamento no comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca: um ensaio clínico randomizado por amostra estratificada, placebo-controlado

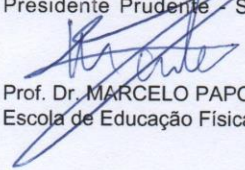
**AUTOR: ALTAIR CUSTODIO JUNIOR**

**ORIENTADOR: CARLOS MARCELO PASTRE**

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

  
Prof. Dr. CARLOS MARCELO PASTRE  
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP

  
Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI  
Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia / UNESP - Campus de Presidente Prudente - SP

  
Prof. Dr. MARCELO PAPOTI  
Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP / Universidade de São Paulo

Presidente Prudente, 06 de julho de 2018

*Dedicatória*

---

*À minha família por todo apoio e incentivo,  
e por ser a minha motivação de acordar todos os  
dias da minha vida. Meus pais Altair e Luciana e  
meu irmão Filipe. Por vocês e para vocês!*

*Agradecimientos*

---

*Agradeço...*

*A Deus pelo dom da vida, pela paciência e paz interior. Obrigada por permitir a realização desse sonho.*

*A minha família. Meus pais, amigos e parceiros, Altair e Luciana. Agradeço todo apoio e incentivo em todo esse processo de formação profissional, e principalmente por terem abdicado de muitos sonhos e projetos pessoais para que eu pudesse realizar o meu sonho! Todos os sacrifícios que vocês fizeram nunca serão esquecidos e em breve serão recompensados! É uma promessa! Ao meu irmão, sempre mandando mensagens de incentivo e cuidando dos nossos pais na minha ausência. Dedico e agradeço todo essa conquista. Serei eternamente grato a vocês. Minha inspiração de caráter, dedicação e amor.*

*Ao meu orientador, Prof. Carlos Marcelo Pastre. Pela oportunidade, pelos ensinamentos e pelas “escovadas” construtivas, que contribuíram muito para o meu processo pedagógico como futuro docente e pesquisador. Por me mostrar o caminho e me encorajar a ser e fazer sempre o melhor. Obrigado por toda atenção e incentivo.*

*Ao querido Prof. Jayme por apresentar o esporte de alto rendimento, pelas viagens com o atletismo, por confiar no meu trabalho como fisioterapeuta desportivo e principalmente por todos os ensinamentos, sejam eles profissionais ou pessoais. Muito obrigado!*

*A prof<sup>ª</sup> Franciele Marques Vanderlei e Aryane Flauzino Araujo por toda ajuda, paciência e incentivo para a conclusão desse trabalho. Vocês foram fundamentais!*

*Aos meus amigos (a). A todos meus amigos (a) que participaram dessa conquista. Aqueles que estiveram presente durante as conquistas e as dificuldades e que, de maneira singular, tornaram esse processo mais fácil. Em especial, a minha amiga e quase irmã, Amanda Paula Balan, pelas conversas e discussões sobre as “ciências da vida”, pelas*

*alegrias do dia-a-dia, por ter compartilhado das mesmas alegrias e angústias. Foi essencial nesse processo de desenvolvimento pessoal e profissional.*

*Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Marcelo Papoti e Prof. Dr. Luiz Carlos Vanderlei, pela disponibilidade em participar e pelas contribuições.*

*Aos funcionários da FCT/UNESP por toda atenção e dedicação.*

*Aos integrantes do Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE – FCT/UNESP), por toda dedicação destinada a essa pesquisa.*

*Aos participantes dessa pesquisa que não hesitaram em colaborar momento algum. Que proporcionaram não só esse trabalho, mas também divertidas noites de coleta de dados.*

*E por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que mais essa etapa pudesse ser concluída. Muito obrigado!*

*Επίγραφε*

---

No campo da observação, a chance favorece somente a mente preparada.

Louis Pasteur

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução .....   | 20 |
| 2. Métodos .....  | 25 |
| 2.1 Caracterização da amostra .....                                       | 25 |
| 2.2 Aprovação do Comitê de ética e Registro do Ensaio Clínico .....       | 26 |
| 2.3 Delineamento do Estudo .....  | 26 |
| 2.3.1 Composição dos grupos e processo de randomização estratificada..... | 27 |
| 3.0 Procedimento .....  | 29 |
| 3.1 Treinamento .....   | 29 |
| 4.0 Variabilidade da frequência cardíaca .....                            | 31 |
| 5.0 Análises da VFC .....   | 31 |
| 5.1 Domínio do tempo .....  | 33 |
| 5.1.2 Domínio da frequência.....  | 33 |
| 5.1.3 Plot de Poincaré .....  | 33 |
| 6. Fototerapia .....  | 34 |
| 7. Análise Estatística.....   | 36 |
| 8. Resultados.....  | 37 |
| 9. Discussão .....  | 40 |
| 10. Referências .....   | 45 |
| 11. Anexos .....  | 49 |
| ANEXO I. Parecer consubstanciado do CEP .....                             | 50 |
| ANEXO II. Registo no Clinical trials .....                                | 53 |
| ANEXO III. Termo de Consentimento livre e esclarecido.....                | 58 |

## *Lista de figuras*

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Delineamento e fluxograma de perdas do estudo .....                      | 29 |
| <b>Figura 2.</b> Posicionamento do cardiofrequencímetro Polar V800 .....                  | 31 |
| <b>Figura 3.</b> Número de pontos de irradiação de LLLT e LEDH no quadríceps femoral..... | 35 |

## *Lista de quadros*

---

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1.</b> Programa de treinamento combinado de <i>sprints</i> e agachamentos de seis semanas .... | 30 |
| <b>Quadro 2.</b> Quadro 2. Parâmetros do MR4 Base Control Unit.....                                      | 35 |

**Tabela 1.** Valores médios seguidos do respectivo desvio padrão da caracterização da amostra.. 37

## *Lista de siglas, abreviações e símbolos*

---

**KG** - Quilograma

**CM** - Centímetro

**IMC** - Índice de massa corporal

**kg . cm<sup>-2</sup>** - Quilo por metro quadrado

**VFC** - variabilidade da frequência cardíaca

**FCT/UNESP** - faculdade de ciências e tecnologias/Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**SNA** - Sistema nervoso autônomo.

**Vs** - Versus.

**LF** – Low frequency (baixa frequência)

**HF** – High frequency (alta frequência)

**HZ** - Hertz.

**Kg** - Quilo.

**ms<sup>2</sup>** - Milissegundos ao quadrado.

**nu** - Unidades normativas.

**1RM** - uma repetição máxima.

**RMSSD** - Raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os intervalos RR adjacentes, dividido pelo número de intervalos RR em um tempo determinado menos um intervalo RR

**SDNN** - Desvio-padrão da média dos intervalos RR.

**RR** – Intervalo entre dois batimentos cardíacos consecutivos

**PBM** - Fotobiomodulação.

**LEDT** - *Light emitting diode therapy*

**SD1** - Desvio-padrão da perpendicular à linha de identidade no Plot de Poincaré (variabilidade instantânea do intervalo RR).

**SD2** - Desvio-padrão da linha de identidade no Plot de Poincaré (variabilidade contínua).

**ATP** - Adenosina trifosfato.

**LLLT** - *Low Level Laser Therapy*.

**COX Z** - Citocromo C oxidase.

**LAFIDE** – Laboratório de Fisioterapia Desportiva

**min** - Minutos

**ms** – Milissegundos

**ms<sup>2</sup>** - Milissegundos ao quadrado

**SNA** – Sistema nervoso autônomo

**%** – Porcentagem

**±** – Desvio-padrão

**°C** – Graus Celsius

**GA** – Grupo intervenção com PBM

**GP** – Grupo placebo

**GC** – Grupo controle

## Resumo

**Introdução:** Estudos recentes têm demonstrado resultados positivos na aplicação da fototerapia para a melhora da performance. Dentre as modalidades utilizadas para avaliar a adaptação ao exercício tem-se a modulação autonômica cardíaca avaliada por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma ferramenta usada como parâmetro para prescrição individual de treinamento. **Objetivo:** Analisar e comparar o efeito de um protocolo de fototerapia combinando diferentes fontes de luz (laser de baixa potência e LEDs) e comprimentos de onda (vermelho e infra-vermelho) aplicada durante treinamento de *sprint* e agachamento na modulação autonômica da frequência cardíaca. **Método:** o estudo foi composto por 38 participantes do sexo masculino, alocados a partir de uma randomização estratificada em três grupos: controle (n=12), placebo (n=14) e grupo fototerapia (n=12). A fototerapia utilizada combinou diferentes fontes de luz (laser de baixa potência e LEDs) e comprimentos de onda (vermelho e infra-vermelho). Os participantes foram submetidos a um treinamento combinado de *sprints* e agachamento realizado duas vezes por semana por 12 semanas sendo divididas em duas fases de seis semanas cada. A aplicação da fototerapia e placebo foi administrada na fase 2 do treinamento, após o treino de *sprints* e imediatamente antes do treino de agachamento. A VFC foi analisada no momento basal; após seis semanas e final (12sem). Os dados foram analisados utilizando a Análise de Variância para Medidas Repetidas (pós-teste de *Bonferroni*), o qual forneceu informações sobre os efeitos de tempo, grupo e interação. Toda a análise estatística assumiu o nível de significância de 5%. Foi utilizado o *software* IBM SPSS versão 20.0 para conduzir as análises dos dados. A esfericidade dos dados foi testada pelo teste de *Mauchly*. No caso de violação do pressuposto de esfericidade, foi utilizada a correção de *Greenhouse-Geisser*. **Resultados:** O treinamento combinado de 12 semanas foi capaz de influenciar o comportamento autonômico cardíaco do ponto de visto global e vagal, fato suportado pelo tamanho do efeito grande, independente do uso da fototerapia. **Conclusão:** O treinamento de *Sprint* e agachamento resultaram em aumento da modulação autonômica cardíaca avaliado pelos índices LF  $m^2$  e HF  $m^2$  no domínio da frequência, Mean RR, RMSSD e SDNN no domínio do tempo e SD1 e SD2 no plot de Poincaré.

**Palavras-chave:** Fotobiomodulação; Recuperação da função fisiológica; Sistema nervoso autônomo; Laser super-pulsado; Diodo emissor de luz.

## Abstract

**Introduction:** Recent studies have shown positive results in the application of phototherapy for the improvement of performance and acceleration of the body homeostasis process. Among the methods used to assess the recovery post-exercise there is cardiac autonomic modulation assessed by heart rate variability (HRV), a widely used tool to evaluate medium global behavior of the autonomic nervous system in sports. **Objective:** To analyze and compare the effect of a special protocol of phototherapy using different light sources interacting with a combined training by measuring the autonomic modulation of heart rate in different moments (baseline; after six weeks and after 12 weeks). **Methods:** 38 male participants were allocated from a stratified randomization into three groups: control (n=12), placebo (n=14) and special protocol of phototherapy group (n=12). Participants were asked to perform a combined training of sprints and squats twice a week for twelve weeks divided into two phases. The application of phototherapy and placebo was administered in phase 2, after sprints and just before the squats. The phototherapy used was a combination of different light sources and wavelength (red and infrared). The HRV was analyzed in three moments: baseline; after six weeks and after 12 weeks. It was performed the analysis of variance for repeated measures (Bonferroni post-test), which provides information on the time, group and interaction effects. All statistical analyzes assumed the significance level of 5%. Thus, values of mean and standard deviation were considered. The statistical analysis was conducted in IBM SPSS version 20.0 (IBM corporation, Somers, Nova Iorque, EUA). After the adaptation process, the data was analyzed as described below. The sphericity of the data was tested by Mauchly test. In case of violation of the sphericity assumption, the correction of Greenhouse-Geisser was performed. **Results:** The combined training of 12 weeks was able to influence the autonomic global and vagal modulation. This fact is supported by the large effect size, regardless the use of phototherapy. **Conclusion:** The phototherapy protocol applied during the training didn't promote additional effects to the cardiac autonomic modulation. On the other hand, sprint training and squatting resulted in increases in the following Mean RR, RMSSD, SDNN, SD1, SD2, LF m<sup>2</sup> e HF m<sup>2</sup>.

**Keywords:** *photobiomodulation*; Recovery of function; Autonomic nervous system; Super-pulsed laser; *Led light*.

## 1. Introdução

A temática referente à melhora da performance tem sido foco de investigações no âmbito científico e no cenário esportivo. Novas abordagens de campo são utilizadas com o objetivo de restaurar os sistemas do corpo a níveis basais e otimizar o rendimento<sup>(1, 2)</sup>. No âmbito do treinamento, uma das estratégias da fisioterapia esportiva é atuar com técnicas cujo objetivo é a melhora da performance e dentre elas, observa-se o uso da fotobiomodulação<sup>(3)</sup>.

A fotobiomodulação (*photobiomodulation* - PBM) também conhecida como fotobioestimulação<sup>(4)</sup>, terapia a laser de baixa intensidade (LLLT - *Low Level Laser Therapy*) ou a terapia por diodo emissor de luz (LEDT – *light emitting diode therapy*)<sup>(5)</sup>, consiste na aplicação de luz monocromática, capaz de influenciar a atividade celular por meio da inibição ou estimulação de funções químicas e biológicas<sup>(6)</sup>. O LLLT e LEDT são as duas fontes de luz mais comumente utilizadas e, isoladas ou em combinação, apresentam resultados na manutenção e aumento da função contrátil, melhora da inflamação e dor<sup>(7, 8)</sup>.

Os mecanismos de ação da fotobiomodulação nos tecidos estão relacionados, principalmente, aos mecanismos de absorção de fótons pelos cromóforos da célula<sup>(9)</sup>. A citocromo C oxidase (COX) é a principal enzima capaz de absorver luz<sup>(9)</sup> e, subsequentemente, converter a energia luminosa em energia química dentro da membrana plasmática<sup>(10)</sup>. Os efeitos estão relacionados ao aumento na síntese de adenosina trifosfato (ATP)<sup>(11, 12)</sup> e modulação na taxa de síntese de DNA (ácido desoxirribonucleico) e RNA (ácido ribonucleico) capaz de influenciar a proliferação celular e a expressão gênica em diversas vias celulares como a mitose, apoptose, inflamação e metabolismo energético da mitocôndria<sup>(11, 13)</sup>.

Estudos<sup>(14, 15)</sup> sugerem ainda que a eficácia na regeneração musculoesquelética *in vivo* está relacionada à ativação precoce dos genes reguladores em células satélites, levando ao aumento da proliferação e atraso na diferenciação celular, além do aumento na circulação local e angiogênese<sup>(16-20)</sup>. Tais interações fisiológicas repercutem no âmbito do exercício físico, e no

aspecto clínico e se relacionam a dois principais efeitos, o ergogênico e o protetor ou profilático<sup>(10)</sup>. Borsa *et al.*,<sup>(10)</sup> relacionam os efeitos ergogênicos à melhora da função contrátil do sistema musculoesquelético. Já o efeito protetor apresenta íntima relação com a proteção de células musculares contra o estresse mecânico e fadiga induzida pelo exercício<sup>(14, 15)</sup>.

Dentre as variáveis mais exploradas para inferir sobre os efeitos da PBM nas demandas de treinamento estão à contração isométrica voluntária máxima (CIVM)<sup>(21-24)</sup>, dor muscular de início tardio (DMIT)<sup>(21, 23, 24)</sup>, a atividade da creatina quinase (CK)<sup>(21, 23, 24)</sup>, lactato sanguíneo<sup>(25)</sup> e dor muscular<sup>(22)</sup>. Entretanto, há lacunas a serem preenchidas relacionadas ao comportamento do balanço autonômico avaliado por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma das ferramentas usadas como parâmetro para prescrição individual de treinamento<sup>(26, 27)</sup>.

A VFC consiste na análise dos batimentos cardíacos, na qual os cálculos consideram os intervalos de tempo entre uma onda R e da R subsequente. No âmbito do treinamento, acredita-se que essa ferramenta possibilita o reconhecimento do nível de adaptação: adaptação positiva, isto é, uma maior capacidade de retornar a homeostase após o exercício ou; adaptação negativa, quando não é respeitada a relação entre o processo estresse/recuperação gerando o acúmulo de fadiga<sup>(28-31)</sup>. Autores sugerem<sup>(32, 33)</sup> ainda, que maiores valores do componente vagal a nível basal, está associado à melhora da aptidão cardiorrespiratória, indicando que o aumento do componente vagal do sistema nervoso autônomo (SNA) está relacionada a uma condição fisiológica favorável para o treinamento físico.

Sharma *et al.*,<sup>(34)</sup> compararam o efeito do treinamento estruturado TE (composto por fortalecimento muscular, flexibilidade e exercício com descarga de peso) e não estruturado TNE (composto por atividade física recreativa) em jovens saudáveis, antes e após seis meses de intervenção. Foi observada melhora do condicionamento cardiovascular, aumento do tônus

vagal e redução do tônus simpático em ambos os grupos. Contudo, a magnitude do efeito no grupo TE foi maior que no grupo TNE. Os autores sugerem ainda, que as alterações no SNA se devem, em parte, a modulação repetida do sistema simpático durante o exercício com consequente redução do tônus sistema nervoso autônomo simpático (SNAS) e aumento tônus do sistema nervoso autônomo parassimpático (SNAP). Nesse sentido, parece pertinente combinar diferentes modelos de treinamento para obter uma melhor resposta do sistema autonômico.

Por outro lado, parece adequado entender, dentro da estratégia de treinamentos combinados, como seria a resposta autonômica em cada tipo de estímulo, além do contexto global já que, Buchheit *et al.*,<sup>(35)</sup> observaram que mesmo que haja similar demanda metabólica, a característica de execução ou a intensidade de realização do estímulo podem determinar diferentes respostas no sistema autônomo.

Ao definir o modelo de treinamento combinado descrito por Marques *et al.*,<sup>(36)</sup> como exemplo de potencial ganho funcional, pode-se utiliza-lo como meio de investigar demandas autonômicas. Os autores sugerem sessões compostas por estímulos de sprints e agachamentos como estratégia em curto prazo para melhora de performances específicas, mas não é mensurado o comportamento da adaptação ao estímulo, incluindo marcadores autonômicos.

Como descrição, o treinamento de *sprint* repetido (SR) tem por característica, a realização de *sprints* de curta duração em intensidades máximas intercalados com curtos momentos de pausa<sup>(37)</sup>. De acordo com Bishop *et al.*,<sup>(38)</sup> esse treinamento é capaz de induzir adaptações metabólicas no sistema musculoesquelético, além disso, logo após o início do TS, a modulação parassimpática diminui e aumenta a atividade simpática<sup>(39)</sup>. Vernillo *et al.*,<sup>(37)</sup> verificaram que o treinamento de *sprint* por oito semanas em indivíduos saudáveis se mostrou

um método capaz de antecipar a reentrada do sistema nervoso parassimpático comparado ao grupo controle.

Já o treinamento resistido (TR), foi sugerido por Gois *et al.*,<sup>(40)</sup> como capaz de influenciar as respostas clínicas e funcionais, bem como o comportamento do controle autonômico cardíaco. O efeito agudo da resposta autonômica ao exercício de resistência reduz a modulação do ramo parassimpático comparado ao indivíduo não treinado<sup>(41)</sup>. Os efeitos hemodinâmicos do TR são atribuídos à queda do débito cardíaco promovido pela redução do volume sistólico, impedindo assim, o aumento compensatório da resistência vascular sistêmica (RVS)<sup>(42)</sup>. Um aumento na resposta hemodinâmica após o exercício de agachamento poderia acelerar a reativação vagal<sup>(43)</sup>.

Observa-se que a VFC tem sido comumente utilizada para descrever o comportamento do SNA frente ao exercício e à sua interação junto a técnicas para melhora da performance<sup>(1, 2, 44, 45)</sup>. Entretanto, em revisão de literatura, foram encontrados apenas dois estudos que abordam o efeito da fotobiomodulação na modulação autonômica cardíaca pós-exercício.

Paolillo *et al.*,<sup>(46)</sup> em um estudo experimental envolvendo ratos *wistar* realizaram a aplicação de fotobiomodulação ao final de cada uma das 24 sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) realizado por oito semanas. Os autores observaram melhora da função autonômica cardíaca avaliada por meio de índices no domínio da frequência, e do metabolismo muscular avaliada pela expressão do gene  $MMP_2$  e lactato sanguíneo nos grupos HIIT e HIIT + PBM. Além disso, os autores relataram ainda potenciais efeitos sistêmicos da fotobiomodulação avaliados por meio do aumento da modulação do balanço simpato-vagal nos grupos que receberam a irradiação após as sessões de treinamento.

O recente estudo de Machado *et al.*,<sup>(47)</sup> relataram efeitos positivos da LEDT na atenuação da dor muscular de início tardio (DMIT) em indivíduos fisicamente ativos após

realização de dois testes de corrida de forma intermitente. No entanto, não encontraram efeitos na VFC analisados por meio de índices no domínio do tempo, frequência e não lineares. Vale destacar que o estudo Machado et al.,<sup>(47)</sup> utilizou apenas um diodo com comprimento de onda vermelho (660nm), o que poderia levar a uma menor penetração no tecido muscular<sup>(5, 46)</sup>.

As diferentes magnitudes de efeitos encontradas nos estudos podem ser influenciadas pelo treinamento crônico (Paolillo et al.,<sup>(46)</sup>) vs agudo (Machado et al.,<sup>(47)</sup>), a diversidade de protocolos de aplicação da PBM, como comprimento de onda, a densidade de energia ou fluência, potência e momento de aplicação. Nesse sentido, estudos<sup>(6, 24)</sup> tem sido feito com intuito de otimizar os efeitos terapêuticos e minimizar os potenciais vieses.

Para concluir a síntese do que foi levantado na literatura sobre a temática, deve-se apontar um dado a respeito do momento de aplicação da técnica profilática/ergogênica. Vanin et al.,<sup>(48)</sup> em revisão sistemática observaram que 67% dos estudos incluídos optaram pela aplicação da fototerapia previamente ao exercício físico. Contudo, estudos mostraram efeitos positivos em diferentes marcadores tanto na aplicação antes, quanto após o exercício físico, sem que fossem discutidas as razões para tais achados considerando a variável momento de aplicação.

Nesse sentido, a construção de um *rationale* baseado na estratégia de ajustar a aplicação da fototerapia ao modelo de treinamento combinado (SR +TR) visando à sua interação ao processo adaptação, parece pertinente e revela, considerando o estado da arte, uma lacuna a ser explorada.

Hipotetiza-se, que o uso da fototerapia após o treinamento de sprint proporcionará efeitos hemodinâmicos na microcirculação, caracterizando-se como profiláticos ao estímulo motor e ergogênico ao estímulo de agachamento que não seriam mensuráveis ou capazes de influenciar com uma menor magnitude os efeitos em uma sessão de treinamento intenso e, que na somatória das intervenções, tal mudança seja significativamente notada e possa influenciar

positivamente o comportamento da resposta da modulação autonômica cardíaca, otimizando a adaptação ao treinamento combinado (TS + TR) comparado aos grupos controle e placebo.

O objetivo do presente estudo é analisar e comparar o efeito de um protocolo especial de fototerapia combinando diferentes fontes de luz (laser de baixa potência e LEDs) e comprimentos de onda (vermelho e infra-vermelho) aplicada durante treinamento de sprint e agachamento na modulação autonômica da frequência cardíaca.

## **2. Métodos**

### **2.1 Caracterização da amostra**

O estudo foi composto por 38 jovens aparentemente saudáveis, do sexo masculino, com média de idade  $29,79 \pm 12,17$  anos, massa corporal de  $75,94 \pm 12,17$  Kg, estatura  $174,38 \pm 6,19$  metros e IMC de  $26,27 \pm 3,02$  kg.m<sup>2</sup>. Realizou-se um cálculo para obtenção do tamanho amostral por meio do software *online* contido no site <http://www.lee.dante.br/> baseando-se em dados prévios do estudo de Almeida<sup>(45)</sup> para o índice de SDNN (DP= 27,8ms com  $\alpha = 0,05$  e  $\beta = 0,8$  para detectar uma diferença de 23,3 ms). Esse índice foi escolhido por representar ambos os ramos do SNA. Uma amostra de 15 participantes por grupo foi considerada, permitindo perda amostral (n=12 por grupo).

Para serem incluídos, os participantes deveriam reportar a ausência de inflamação musculoesquelética (estrutural) ou sistêmica (doenças infecciosas), não utilizar medicamentos que influenciam a modulação autonômica cardíaca, anemia, doenças cardiovasculares, diabetes, histórico de câncer e lesões musculares nos membros inferiores e/ou coluna nos últimos seis meses. Foi solicitado que os participantes se abster-se de drogas anti-inflamatórias e analgésicas, bem como mantivessem a rotina quanto à execução de exercícios durante a realização do estudo.

Os participantes foram instruídos a não realizar exercícios físicos vigorosos 24 horas antes dos dias de coleta de dados, não consumir bebidas alcólicas e/ou estimulantes tais

como café, chocolate, chá e refrigerantes a base de cola e realizar uma refeição leve pelo menos duas horas antes dos procedimentos. Com o objetivo de padronizar a reserva energética dos participantes, foi oferecido no pré-treino e pré-avaliação um sachê (30g) de suplemento a base de carboidrato em gel e 180 ml de água, conforme orientações do fabricante.

## **2.2 Aprovação do Comitê de ética e Registro do Ensaio Clínico**

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCT/UNESP (número: 1.389.046/2016 - Anexo I) e cadastrado no ClinicalTrials.gov (Protocolo ID: NCT03566186 - Anexo II) a fim de aumentar a transparência e disponibilizar informações quanto à condução do estudo à comunidade científica<sup>(49)</sup>.

## **2.3 Delineamento do Estudo**

Trata-se de um ensaio clínico com randomização estratificada, placebo-controlado. O estudo foi realizado no Centro de Estudos e Atendimento de Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR) da FCT/UNESP de Presidente Prudente - SP, respeitando o horário das 17h às 21h e durante a realização das captações dos intervalos R-R um número mínimo de pessoas teve acesso livre para circular pelo local. Todos os procedimentos foram realizados conforme experimentos já realizados de mesma natureza em um laboratório sob condições padronizadas<sup>(1)</sup> (temperatura:  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa: 40-60%). Cada participante realizou o treinamento e as intervenções propostas no mesmo horário em cada dia, a fim de controlar as influências do ciclo circadiano<sup>(50)</sup>.

Anteriormente às coletas de dados, os participantes foram orientados a não realizar exercícios físicos rigorosos por 24 horas, não consumir bebidas alcólicas e/ou estimulantes tais como café, chá e refrigerantes a base de cola, realizar uma refeição leve pelo menos duas horas antes dos procedimentos, bem como portar roupas e calçados adequados para realização do exercício.

Após receber informações verbais e por escrito sobre os procedimentos do estudo, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III) concordando em participar da pesquisa. Os participantes foram ainda identificados por meio das seguintes informações: ID (identificação numérica), idade, massa corpórea e estatura. Para determinar o índice de massa corpórea (IMC), foi utilizada uma balança digital da marca Tanita BC554, *Iron Man/Inner Scanner* (Tanita, Illinois, Estados Unidos) e os valores de estatura foram obtidos por meio de um estadiômetro da marca *Sanny* (American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil).

Os participantes foram submetidos a um programa de treinamento de 12 semanas, que foi dividido em Fase 1 e Fase 2. Na Fase 1 (período de seis semanas), realizaram um treinamento composto por treinos de agachamentos em barra guiada e *sprints* realizados na mesma sessão, duas vezes na semana. Após esse período, os participantes foram submetidos a novos testes e alocados entre os grupos que compuseram a pesquisa. Um novo treinamento de seis semanas teve início em seguida, correspondendo a Fase 2. Nessa fase os participantes realizaram o treinamento normalmente com as cargas ajustadas e, entre os treinos de *sprints* e agachamentos, receberam a intervenção referente ao grupo em que estavam inseridos.

### **2.3.1 Composição dos grupos e processo de randomização estratificada**

Os participantes foram randomizados e alocados entre os grupos após a Fase 1 do treinamento.

O processo de estratificação foi realizado baseando-se no conceito de respondedores e não-respondedores à capacidade de adaptação, definida nesse estudo como respostas funcional e clínica. Cada resposta teve um registro antes e um após a Fase 1 de treinamento. Os ganhos foram normalizados em valores percentuais. Tal normalização foi feita da seguinte forma:

Para o parâmetro funcional (PF) conforme descrito por Machado et al.,<sup>(51)</sup> que observaram ganhos médios de 8,5% após treinamento combinado. Assim, foi estabelecido este valor como teto da capacidade de ganho de força (CGF), ou seja, ganho de força  $\geq 8,5$  corresponde à 100% da CGF e ganho de força  $< 8,5\%$  foram inseridos na seguinte equação:

$$CGF = \frac{(\text{valor do test final} - \text{valor do basal}) * 100}{8,5}$$

Para o parâmetro clínico (PC) foi considerada a Percepção de Recuperação utilizando uma Escala Likert de 10 pontos. Cada participante foi avaliado ao final do treino completo da sessão 10. Cada ponto da escala foi considerado como 10% do total de recuperação possível.

A capacidade de adaptação (CA) foi extraída da seguinte fórmula:

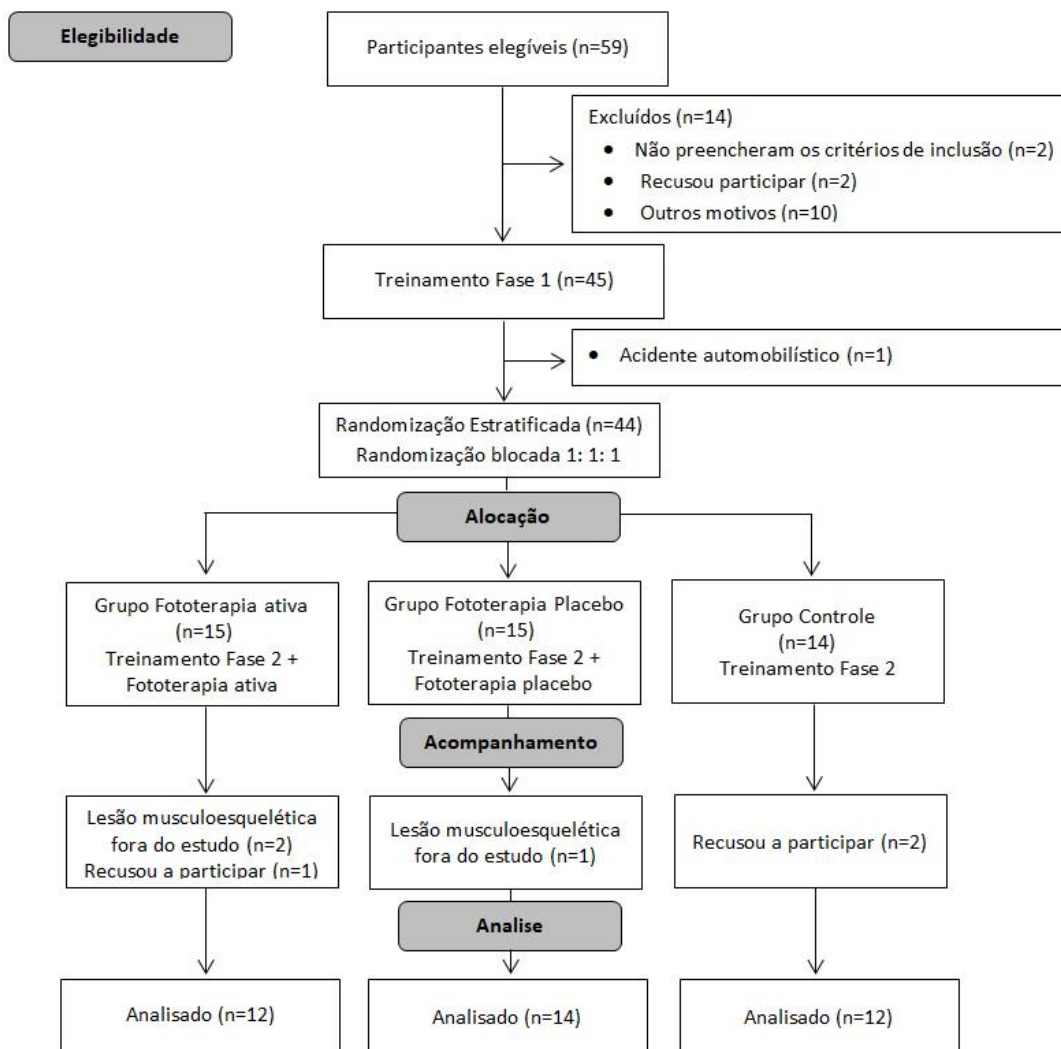
$$CA = \left( \frac{1}{2} PF + \frac{1}{2} PC \right)$$

Após determinar a CA dos participantes, foi realizada a estatística descritiva e extraídos os valores interquartis, os quais foram utilizados para definição de três estratos:

- Participantes que obtiverem valores abaixo da mediana;
- Participantes que obtiverem valores entre a mediana e o 3º quartil;
- Participantes que obtiverem valores acima do 3º quartil.

Uma randomização blocada (1:1:1) foi realizada para alocar os participantes de cada estrato. A sequência de alocação nos seguintes grupos: grupo fototerapia ativa (GA), grupo fototerapia placebo (GP) e grupo controle (GC).

O pesquisador que realizou o processo de randomização foi instruído a não informar aos participantes e aos demais pesquisadores sobre o grupo de cada participante. Dessa forma, o pesquisador que aplicou a fototerapia estava cegado com o tipo de aplicação a ser realizada (fototerapia/placebo).



**Figura 1. Delineamento e fluxograma de perdas do estudo**

### 3.0 Procedimento

#### 3.1 Treinamento

O programa de treinamento consistiu de uma combinação de treinos de *sprints* e agachamentos de seis semanas, conforme demonstrado no Quadro 1, realizado duas vezes na semana, baseado no treinamento descrito por Marques et al.<sup>(36)</sup> que foi duplicado. A fase 1 do programa de treinamento, composta por seis semanas, foi destinada a induzir a adaptação e equiparar o nível de atividade física dos participantes.

Após o processo de randomização estratificada, na fase 2, foram realizadas as intervenções recuperativas referente a cada grupo. Esse tipo de programa é individualizado e

baseia-se se no cálculo da carga movida em 1 m/s no teste de potência descrito posteriormente.

As cargas foram reajustadas no período de transição entre as fases.

O teste de potência foi realizado em um equipamento de agachamento vertical com barra guiada. Os participantes realizaram um agachamento, iniciando da posição ereta (joelho a 180°), com a barra em contato com os ombros. O participante realizou o movimento de forma continua até que as coxas atingissem o plano horizontal e atingisse 90° de flexão de joelho, com o tronco alinhado e imediatamente deveria realizar o movimento oposto, voltando à posição inicial. Informações quanto a distância realizada excêntrica e a velocidade concêntrica de cada repetição foram registradas por meio de um transdutor de velocidade linear (*T-Force System*, Ergotech, Murcia, Espanha) que também forneceu *feedback* visual e auditivo em tempo real. Dessa forma, a fase excêntrica foi realizada a uma velocidade média controlada (aproximadamente 0,1 m/s) e a fase concêntrica à velocidade máxima (de forma explosiva).

**Quadro 1. Programa de treinamento combinado de sprints e agachamentos de seis semanas**

| Semanas | Sessões                    | Sprints      |              |                     |                           | Agachamentos                |                |                     |                           |      |
|---------|----------------------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------|---------------------------|------|
|         |                            | Aquecimento* | Intensidade† | Séries x Repetições | Intervalo entre as séries | Aquecimento*                | Intensidade e† | Séries x Repetições | Intervalo entre as séries |      |
| Fase 1  | 1                          | 1            | Máxima       | 2x15m               | 120s                      | 10 minutos entre os treinos | 1x8+1x8        | 80%                 | 1x8                       | -    |
|         |                            | 2            |              | 2x15m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 80%                 | 2x8                       | 120s |
|         | 2                          | 3            |              | 2x20m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 85%                 | 1x8                       | -    |
|         |                            | 4            |              | 2x20m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 85%                 | 2x6                       | 120s |
|         | 3                          | 5            |              | 2x25m               | 150s                      |                             | 1x8+1x8        | 90%                 | 1x6                       | -    |
|         |                            | 6            |              | 2x25m               | 150s                      |                             | 1x8+1x8        | 90%                 | 2x8                       | 120s |
|         | 4                          | 7            |              | 2x30m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 95%                 | 1x6                       | -    |
|         |                            | 8            |              | 2x30m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 95%                 | 2x5                       | 180s |
|         | 5                          | 9            |              | 2x20m               | 150s                      |                             | 1x8+1x6        | 100%                | 2x6                       | 180s |
|         |                            | 10           |              | 2x20m               | 150s                      |                             | 1x8+1x6        | 100%                | 2x5                       | 180s |
|         | 6                          | 11           |              | 1x25m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 90%                 | 2x6                       | 120s |
|         |                            | 12           |              | 1x25m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 80%                 | 1x8                       | -    |
| 7       | INTERVALO ENTRE AS FASES Δ |              |              |                     |                           |                             |                |                     |                           |      |
| Fase 2  | 8                          | 13           | Máxima       | 2x15m               | 120s                      | 10 minutos entre os treinos | 1x8+1x8        | 80%                 | 1x8                       | 120s |
|         |                            | 14           |              | 2x15m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 80%                 | 2x8                       | 120s |
|         | 9                          | 15           |              | 2x20m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 85%                 | 1x8                       | 120s |
|         |                            | 16           |              | 2x20m               | 120s                      |                             | 1x8+1x8        | 85%                 | 2x6                       | 120s |
|         | 10                         | 17           |              | 2x25m               | 150s                      |                             | 1x8+1x8        | 90%                 | 1x6                       | 120s |
|         |                            | 18           |              | 2x25m               | 150s                      |                             | 1x8+1x8        | 90%                 | 2x8                       | 120s |
|         | 11                         | 19           |              | 2x30m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 95%                 | 1x6                       | 180s |
|         |                            | 20           |              | 2x30m               | 180s                      |                             | 1x8+1x6        | 95%                 | 2x5                       | 180s |
|         | 12                         | 21           |              | 2x20m               | 150s                      |                             | 1x8+1x6        | 100%                | 2x6                       | 180s |
|         |                            | 22           |              | 2x20m               | 150s                      |                             | 1x8+1x6        | 100%                | 2x5                       | 180s |

|    |    |       |       |      |  |         |     |     |      |
|----|----|-------|-------|------|--|---------|-----|-----|------|
| 13 | 23 | 3x30m | 1x25m | 180s |  | 1x8+1x6 | 90% | 2x6 | 120s |
|    | 24 | 3x30m | 1x25m | 180s |  | 1x8+1x6 | 80% | 1x8 | -    |

\*No aquecimento, os *sprints* foram realizados de forma gradual até atingir a velocidade máxima e os agachamentos com carga menor do que a utilizada no treinamento; †*Sprints* à velocidade máxima e agachamentos com carga baseada no percentual de carga que o participante é capaz para deslocar o propulsor à uma velocidade média de 1 m/s; Δ Reajuste das cargas.

#### 4.0 Variabilidade da frequência cardíaca

A análise da VFC foi realizada a partir dos dados captados pelo cardiófrequencímetro (Polar Electro Oy – modelo V800 Kempele, Finlândia), equipamento validado para captação da frequência cardíaca batimento a batimento e posterior análise da VFC<sup>(52, 53)</sup>. Este equipamento consiste em dois eletrodos acoplados em um transmissor eletrônico selado que foi posicionado no tórax do participante, ao nível do terço distal do esterno (sobre o processo xifoide do esterno), utilizando-se uma cinta elástica.

Essas unidades telemétricas obtêm os impulsos elétricos do coração e transmitem as informações por meio de um campo eletromagnético para o receptor de frequência cardíaca posicionado no punho esquerdo do participante<sup>(54)</sup>, conforme demonstrado na Figura 2.



**Figura 2. Posicionamento do cardiófrequencímetro Polar V800**

Fonte: Produção do próprio autor.

Durante a captação, os participantes permaneceram em decúbito dorsal<sup>(55)</sup> com respiração espontânea. Optou-se por não controlar a frequência respiratória devido a sua influência na interpretação dos dados da modulação autonômica cardíaca, dependendo da frequência escolhida<sup>(56)</sup>.

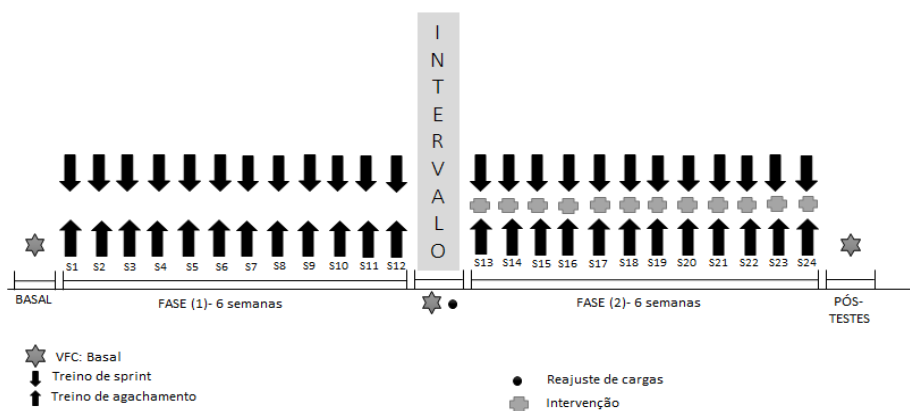
#### 5.0 Análises da VFC

Para esta análise, a série temporal de intervalos RR inicialmente foi submetida a

uma filtragem digital completada por manual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo<sup>(57, 58)</sup>. Posteriormente as filtragens, os traçados foram analisados pelo software Kubios HRV Standard – versão 3.0.2 (The Biomedical Signal Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland)<sup>(59)</sup>. Foram analisados registros de 1000 intervalos entre os batimentos cardíacos em cada período de análise<sup>(57)</sup>. O delineamento e análise da VFC está representado na Figura 3.

A VFC foi analisada no sentido de verificar os efeitos PBM durante o treinamento e seu efeito na modulação autonômica cardíaca em dois domínios: tempo e frequência e, ainda, os índices SD1 e SD2. Os registros foram captados em 3 momentos: i) momento Basal (24 horas antes do treinamento); ii) seis semanas (24 horas após o treinamento); e iii) 12 semanas (24 horas após o treinamento). O tempo de captação foi 30 minutos, considerando os 10 minutos iniciais de repouso, Foram analisados registros de 1000 intervalos entre os batimentos cardíacos em cada período de análise.

Optou-se por índices relacionados à modulação do ramo parassimpático, simpático e modulação global do SNA<sup>(57)</sup>, seguindo as recentes recomendações de Buchheit et al.,<sup>(50)</sup> e Plews et al.,<sup>(60)</sup>.



**Figura 3. Delineamento: momentos de análise da VFC**

**Legenda:** Basal: antes do início do treinamento captação por 20 minutos antes do treino; RE = ajuste de carga;

e captação em seis semanas por 20 minutos antes do treino (24 horas após o treinamento); Pós-teste: após o treinamento de 12 semanas (24 horas após o treinamento); RE: randomização estratificada.

## **5.1 Domínio do tempo**

No domínio do tempo foram analisados os índices Mean RR, RMSSD e SDNN.

O índice Mean RR corresponde à média de todos os intervalos RR em cada período analisado<sup>(54, 61)</sup>.

O índice RMSSD corresponde à raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os intervalos RR no registro, dividido pelo número de intervalos RR em um tempo determinado menos um intervalo RR. Este índice representa a modulação parassimpática, pois é encontrado a partir da análise de intervalos adjacentes<sup>(54, 61)</sup>.

O SDNN que reflete a participação de ambos os ramos do SNA, representa o desvio-padrão da média de todos os intervalos RR normais, expresso em milissegundos<sup>(54, 61)</sup>.

### **5.1.2 Domínio da frequência**

Para análise da VFC no domínio da frequência foram utilizados os componentes espectrais:

a) componente de baixa frequência (low frequency: LF) com variação entre 0,04 e 0,15 Hz, que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração<sup>(54, 58)</sup>.

b) componente de alta frequência (High frequency: HF) com variação de 0,15 a 0,4Hz, que corresponde à modulação respiratória e é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração<sup>(54, 58)</sup>.

A análise espectral foi calculada utilizando o algoritmo da transformada rápida de Fourier e considerados os dados em ms<sup>2</sup>.

### **5.1.3 Plot de Poincaré**

Foram utilizados os índices da análise quantitativa do Plot de Poincaré, SD1 e SD2. O *plot* de Poincaré representa uma série temporal dentro de um plano cartesiano na qual

permite que cada intervalo RR seja representado em função do intervalo anterior, na qual cada ponto é representado no eixo x (horizontal/abscissa) pelo intervalo RR normal precedente e, no eixo y (vertical/ordenada) pelo intervalo RR seguinte. Para sua análise foram calculados os seguintes índices:

a) O SD1 representa a dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade e parece ser um índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento, sendo considerado, portanto, marcador da modulação parassimpática <sup>(54, 58)</sup>.

b) O SD2 representa a dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade e representa a VFC em registros de longa duração, considerado marcador da modulação simpática e parassimpática <sup>(54, 58)</sup>.

## **6. Fototerapia**

A fototerapia foi realizada 10 minutos antes do exercício de agachamento, e logo após o *sprints* como apresentado anteriormente. A terapia a laser foi aplicada utilizando um emissor MR4 *LaserShower 50 4D (Multi Radiance Medical, EUA)*, combinando diferentes fontes de luz (laser de baixa potência e LEDs) e comprimentos de onda (vermelho e infravermelho) bilateralmente em seis locais do quadríceps, conforme demonstrado na Figura 3: dois centralmente, no reto femoral e vasto intermédio; dois lateralmente, no vasto lateral; e dois medialmente, no vasto medial.

Fez-se a opção da aplicação da fototerapia nos locais indicados por duas razões: 1) grupamento muscular com maior envolvimento direto sobre os agachamentos; 2) maior musculatura trabalhada durante os *sprints*.

A potência óptica foi calibrada antes da irradiação em cada participante utilizando um medidor de energia térmica *Thorlabs (Modelo S322C, Thorlabs, Newton, NJ, EUA)* e à dose de aplicação, fez-se a opção de 30J por local de irradiação (180J por membro inferior) por

representar a melhora da performance, redução dos níveis de dor muscular de início tardio e melhora dos marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular, como reportado por Antonialli et al.,<sup>(24)</sup>.

Os mesmos procedimentos do GA foram aplicados ao GP, porém o emissor foi desativado. Para garantir que os participantes e o pesquisador estavam cegos sobre a randomização e alocação, o aparelho emitiu o mesmo som independentemente do modo a ser programado. Os parâmetros da fototerapia estão descritos no Quadro 3.



**Figura 3. Número de pontos de irradiação de LLLT e LEDH no quadríceps femoral**

Fonte: Leal Junior EC et al., 2010<sup>(7)</sup>.

| <b>Quadro 2. Parâmetros do MR4 Base Control Unit</b>      |                  |
|---|------------------|
| Número de lasers (infravermelho super-pulsado)            | 4                |
| Comprimento de onda (nm)                                  | 905 ( $\pm 1$ )  |
| Frequência (Hz)   | 250              |
| Potência de pico (W) – cada                               | 12.5             |
| Saída óptica média (mW) – cada                            | 0.3125           |
| Densidade de potência (mW/cm <sup>2</sup> ) – cada        | 0.71             |
| Densidade de energia (J/cm <sup>2</sup> ) – cada          | 0.162            |
| Dose (J) – cada   | 0.07125          |
| Tamanho do <i>spot</i> do laser (cm <sup>2</sup> ) – cada | 0.44             |
| Número de LEDs vermelhos                                  | 4                |
| Comprimento de onda de LEDs vermelhos (nm)                | 640 ( $\pm 10$ ) |
| Frequência (Hz)   | 2                |
| Saída óptica média (mW) – cada                            | 15               |

|   |   |
|---|---|
| Densidade de potência (mW/cm <sup>2</sup> ) – cada        | 16.66   |
| Densidade de energia (J/cm <sup>2</sup> ) – cada          | 3.8   |
| Dose (J) – cada   | 3.42  |
| Tamanho do <i>spot</i> do laser (cm <sup>2</sup> ) – cada | 0.9   |
| Número de LEDs infravermelhos                             | 4   |
| Comprimento de onda de LEDs infravermelhos (nm)           | 875 (±10)   |
| Frequência (Hz)   | 16  |
| Saída óptica media (mW) – cada                            | 17.5  |
| Densidade de potência (mW/cm <sup>2</sup> ) – cada        | 19.44   |
| Densidade de energia (J/cm <sup>2</sup> ) – cada          | 4.43  |
| Dose (J) - cada   | 3.99  |
| Tamanho do <i>spot</i> do LED (cm <sup>2</sup> ) – cada   | 0.9   |
| Campo magnetic (mT)                                       | 35  |
| Tempo de irradiação por local (sec)                       | 228   |
| Dose total por local (J)                                  | 30  |
| Dose total aplicada no grupo muscular (J)                 |   |
| Abertura do dispositivo (cm <sup>2</sup> )                | 20  |
| Modo de aplicação   | Cluster em contato direto com a pele com 90° de angulação e uma ligeira pressão |

## 7. Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando a *Análise de Variância para Medidas Repetidas* (pós-teste de *Bonferroni*), o qual forneceu informações sobre os efeitos de tempo, grupo e interação. Toda a análise estatística assumiu o nível de significância de 5%. Dessa forma, valores de média e desvio padrão foram considerados.

Foi utilizado o pacote estatístico IBM SPSS versão 20.0 (*IBM corporation, Somers, Nova Iorque, EUA*) para conduzir as análises dos dados. A esfericidade dos dados foi testada pelo teste de *Mauchly*. No caso de violação do pressuposto de esfericidade, foi utilizada a correção de *Greenhouse-Geisser*. O tamanho do efeito (*Eta-squared*) adotado como referencia foi pequeno (0,01) Médio (0,06) e grande (0,14)<sup>(65)</sup>.

## 8. Resultados

Como evidenciado na tabela 1, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ( $P < 0,05$ ) para as características antropométricas de peso e altura entre o grupo placebo e controle.

**Tabela 1. Valores médios seguidos do respectivo desvio padrão da caracterização da amostra**

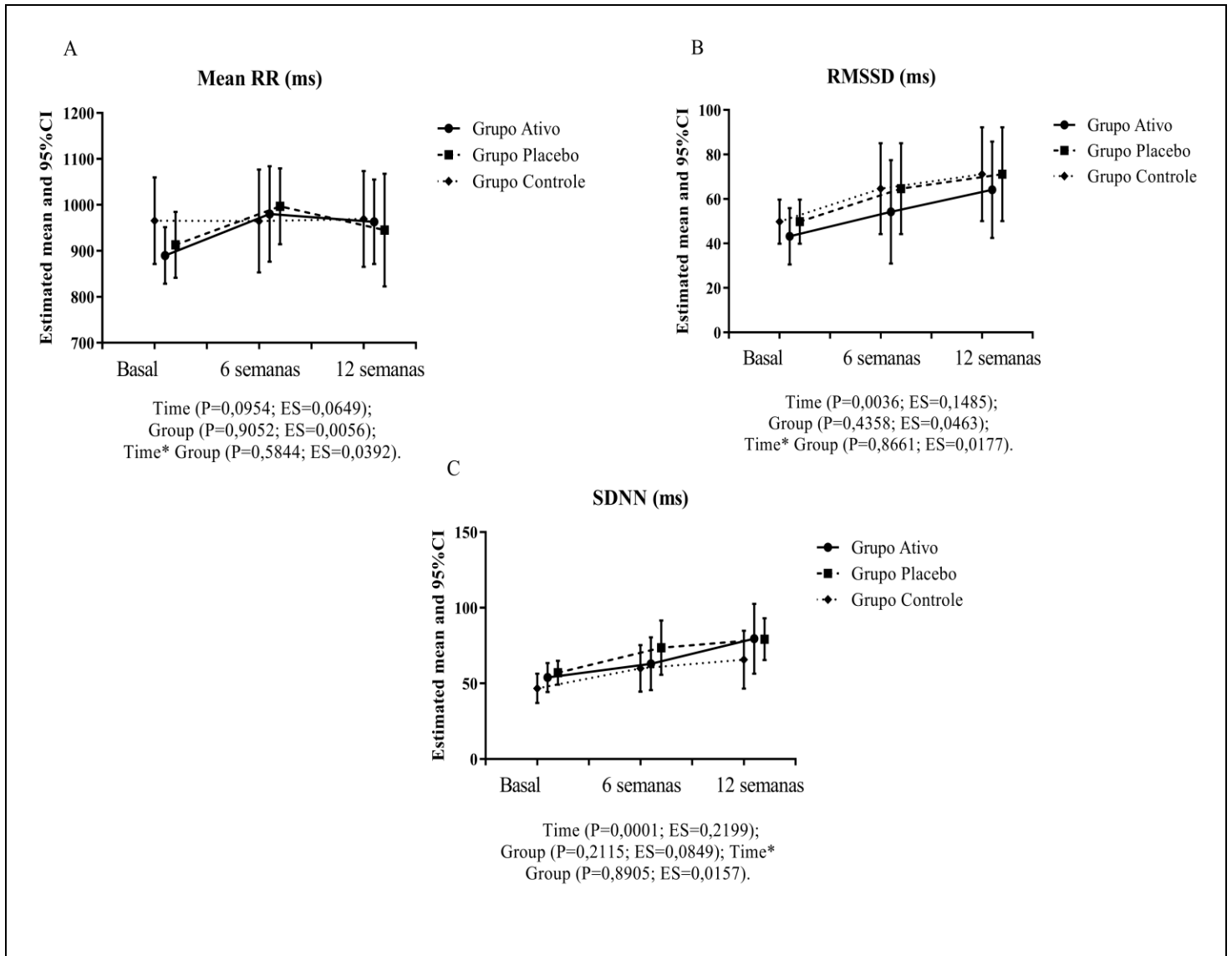
|                                   | <b>Grupo ativo<br/>(n=12)</b> | <b>Grupo placebo<br/>(n=14)</b> | <b>Grupo controle<br/>(n=13)</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|
| <b>Idade (anos)</b>               | 23,08 ± 3,17                  | 22,80 ± 3,98                    | 22,38 ± 3,99                     | p=0,8965       |
| <b>Peso (kg)</b>                  | 75,51 ± 12,01                 | 69,38 ± 8,38                    | 81,4 ± 12,99                     | p=0,0300*      |
| <b>Altura (cm)</b>                | 175,69 ± 4,65                 | 174,64 ± 6,42                   | 180,61 ± 5,77                    | p=0,0248*      |
| <b>IMC (kg . cm<sup>-2</sup>)</b> | 24,40 ± 3,28                  | 22,74 ± 2,38                    | 24,86 ± 3,13                     | p=0,1559       |

(\*): Diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na comparação entre peso e altura no grupo controle e placebo. KG (Kilograma); CM (centímetro); IMC (Índice de massa corporal); kg.cm<sup>-2</sup> (quilo por metro quadrado).

Foram avaliados 38 voluntários do sexo masculino, o principal achado desse estudo foi que houve um efeito tempo para os três grupos (GA, GP e GC) com tamanho de efeito grande de acordo com Maher et al.,<sup>(62)</sup> para todos os índices analisados: no domínio da frequência (LF e HF); domínio do tempo (Mean RR, RMSSD e SDNN) e plot de poincaré (SD1 e SD2). Nenhum efeito foi observado entre os grupos (GA vs GP vs GC) para todos os índices Mean RR ( $P=0,26$ ), RMSSD ( $P=0,671$ ), SDNN ( $P=0,448$ ), SD1 ( $P=0,671$ ), SD2 ( $P=0,463$ ), LF m<sup>2</sup> ( $P=0,523$ ) e HF m<sup>2</sup> ( $P=0,546$ ). Não houve interação tempo e grupo para todos os índices analisados Mean RR ( $P=0,752$ ), RMSSD ( $P=0,525$ ), SDNN ( $P=0,533$ ), SD1 ( $P=0,526$ ), SD2( $P=0,544$ ), LF m<sup>2</sup> ( $P=0,755$ ), HF m<sup>2</sup> ( $P=0,331$ ).

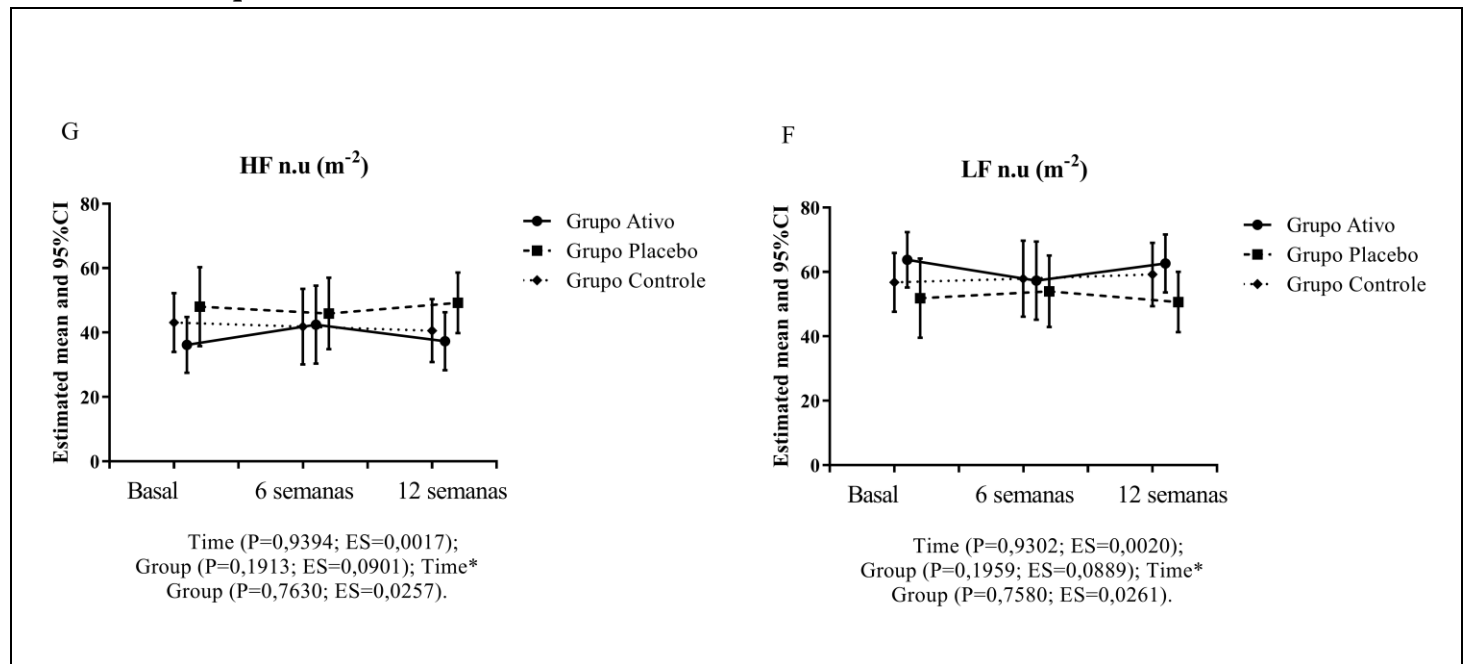
Foi observado um aumento na modulação autonômica cardíaca para todos os índices analisados no domínio da frequência (LF e HF) domínio do tempo (Mean RR, RMSSD e SDNN) e plot de poincaré (SD1 e SD2) em seis semanas e 12 semanas.

## Domínio do tempo



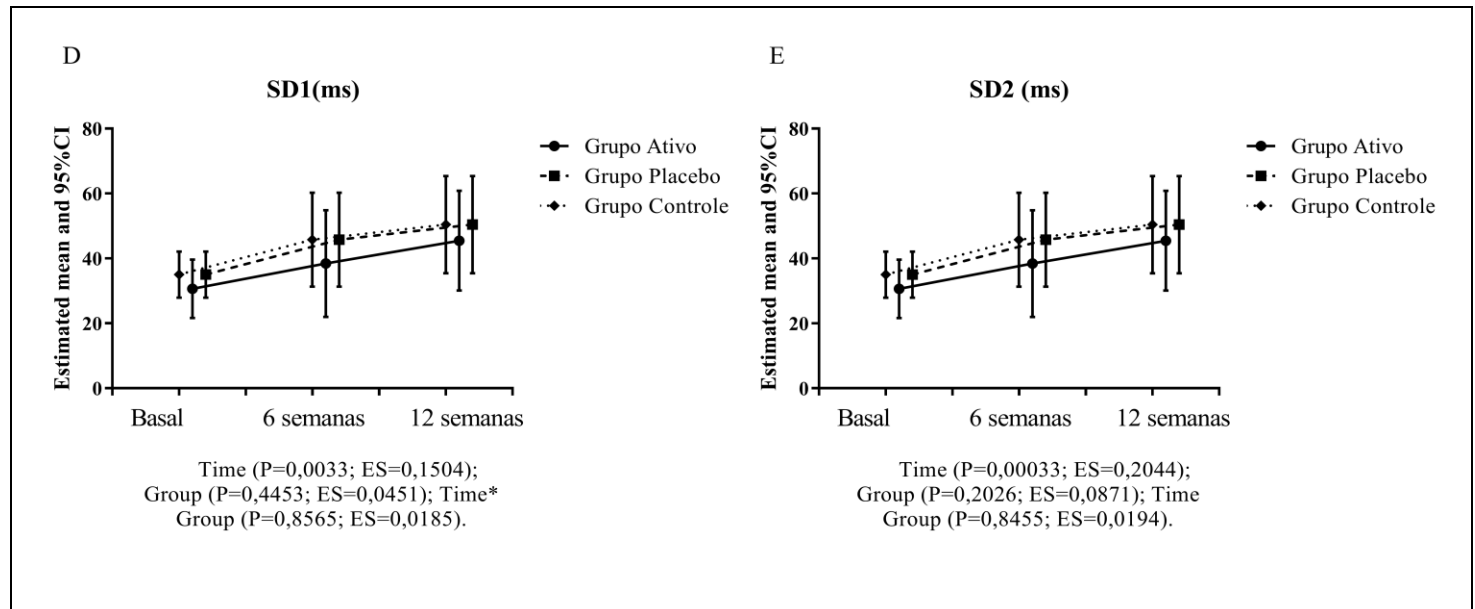
**Legenda:** Mean HR = média de intervalos RR normal; rMSSD = raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR normais sucessivos - modulação parassimpática ; SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais - representa a modulação global simpática e parassimpática).

## Domínio da Frequência



**Legenda:** LF Baixa frequência - modulação global simpática e parassimpática, HF: componente de alta frequência, representa a modulação global simpática e parassimpática.

## Plot de Poincaré



**Legenda:** SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento, representa a modulação parassimpática) e SD2 (desvio-padrão em longo prazo dos intervalos RR contínuos, modulação global simpática e parassimpática); 95% IC.

## 9. Discussão

O presente estudo avaliou e comparou os efeitos da fotobiomodulação na adaptação ao treinamento combinado de 12 semanas em índices da VFC. A partir da análise dos dados pode-se observar que, houve um aumento dos valores de índices de VFC no domínio do tempo - Mean RR, SDNN e RMSSD, no domínio da frequência - LF, HF em ms<sup>2</sup>, e na análise quantitativa o Plot de Poincaré - SD1 e SD2, evidenciando um grande tamanho de efeito (0,14) conforme descrito por Maher et al.,<sup>(63)</sup> o que pode sugerir um efeito adaptativo ao longo do tempo do experimento.

Entretanto, nenhum efeito adicional foi evidenciado com o uso da fotobiomodulação (PBM) no comportamento da VFC. Os dados obtidos neste estudo não confirmam a hipótese inicial, na qual uma interação sistêmica da fotobiomodulação seria possível e, assim, seria capaz de otimizar a adaptação ao treinamento, aumentando a modulação autonômica cardíaca no GA em comparação com o GP e GC. A hipótese desenvolvida para sustentar a estratégia do uso da técnica baseou-se em princípios físicos e biológicos e em rotinas de dosagens de aplicação baseada em um trinômio (estresse, adaptação, melhor condição pré-estresse). Desta forma, os resultados referentes aos cenários distintos descritos acima serão discutidos separadamente.

Dentro desse contexto, as explicações utilizadas para justificar a melhora do comportamento do sistema nervoso autônomo traduzido pelo aumento de índices de VFC baseiam-se a dois fatores. O estímulo ao metaborreflexo pela atividade muscular e acidose sanguínea e, sua influência na modulação autonômica cardíaca parassimpática. O estímulo a barorreceptores, que são sensíveis às mudanças de volume sanguíneo, o que induz a redução da modulação simpática concomitante com a modulação parassimpática<sup>(63)</sup>.

Frente ao exposto, o treinamento de SR em indivíduos saudáveis, seria capaz de antecipar a reativação do sistema nervoso parassimpático<sup>(38)</sup>, nesse sentido, um aumento no

comportamento autonômico vagal estaria associado à melhora da aptidão cardiorrespiratória<sup>(38)</sup>. Sendo assim, após o SR o indivíduo estaria em uma condição fisiológica favorável para o treinamento resistido (TR) subsequente isto é, uma maior capacidade de retornar a homeostase após o exercício.

Outro aspecto importante relacionado ao treinamento é a intensidade de execução do exercício, visto que, ainda que haja similar demanda metabólica entre diferentes modelos de treinamento, a característica de execução pode determinar diferentes respostas do comportamento autonômico cardíaco<sup>(36)</sup>.

O modelo de treinamento proposto nesse ensaio, foi descrito por Marques et al.,<sup>(37)</sup> como capaz de aumentar o desempenho (no tempo, teste de força e potência) no *Sprint* repetido em indivíduos fisicamente ativos, quando realizado o treinamento combinado de força e *sprint* repetido, no entanto, não foi avaliado o comportamento autonômico cardíaco.

Observou-se que, a intensidade do treinamento de SR e TR foi alta (80 a 100%), nossos resultados sugerem que o treinamento proposto foi capaz de gerar estresse autonômico, avaliado pelos índices RMSSD, SDNN, SD1, SD2, Mean RR, LF m<sup>2</sup> e HF m<sup>2</sup> dos três grupos (GA vs GP vs GC) e que sofreram aumento da modulação autonômica global e vagal após 12 semanas. Isso se deve, em parte, a intensidade relativa do exercício, conforme sugerido por Marques et al<sup>(36)</sup> e Buchheit et al<sup>(65)</sup> como responsável por gerar acidose sanguínea e estimular o metaborreflexo.

Assim, Buchheit et al., avaliaram a resposta da modulação parassimpática em resposta ao aumento do volume plasmático induzido pelo exercício máximo de curta duração (teste de corrida intermitente 30-15<sub>IFT</sub>), os resultados encontrados sugerem forte relação (coeficiente de correlação de Pearson's  $r = 0.85$  para rMSSD 5–10min) entre aumento da modulação autonômica parassimpática e volume plasmático, mediada pelo barorreflexo.

Relataram ainda, que a modulação na atividade autonômica cardiovascular está relacionada à quantidade do volume sistêmico e sua interação com os receptores específicos (Carótida e Aórtica)<sup>(64)</sup>.

A partir desses mecanismos descritos, os achados encontrados entre os índices, e considerando a representação autonômica de cada um deles, pode-se observar que os índices que representam a variabilidade global e vagal, ou seja, refletem a ação de ambos os ramos simpático e parassimpático do SNA e os índices que representam o ramo parassimpático, respectivamente, apresentam aumento na modulação autonômica cardíaca após um programa de treinamento combinado em todos os grupos analisados.

As hipóteses para os desfechos descritos estão relacionadas à complexidade do modelo de treinamento proposto, que foi composto por uma diversidade de estímulos e envolvendo diferentes grupos musculares na mesma sessão. Dessa maneira, isso pode afetar os barorreceptores de modo mais intenso.

Do ponto de vista da técnica, não foi possível observar influência da PBM na adaptação ao treinamento, embora as diferentes magnitudes no âmbito ergogênico e profilático podem estar relacionadas à diversidade de comprimento de onda, potência, densidade de potência e momento de irradiação<sup>(24,48)</sup>. A escolha da dosimetria (30J por ponto) utilizada no presente estudo, teve como base o conhecimento a priori de Antonialli *et al.*<sup>(24)</sup> na qual encontraram resultados favoráveis na redução dos níveis de dor muscular de início tardio e melhora de marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular, evidenciando assim, efetividade da dose de PBM utilizada, sem que ainda, fosse apresentada dados concretos sobre o comportamento na VFC.

Vanin *et al* em uma recente revisão sistemática, recomendaram a dosimetria de 20 a 60J para pequenos grupos musculares, e 60 a 300J para grandes grupos musculares e

potência máxima de 200mW por diodo. Contudo, o real impacto da dosimetria e sua influência na interação com o sistema nervoso autônomo ainda é desconhecido. Além disso, os autores recomendaram ainda, combinar diferentes fontes de luz (LLLT e LED) e comprimento de onda (655 a 950nm) para otimizar os resultados para ganho de performance musculoesquelética e redução de fadiga, similar a proposta utilizada no presente estudo (875nm - LED; 640nm-LED; 905nm- LLLT).

Em suporte aos nossos achados, Machado et al<sup>(48)</sup> também notaram, em estudo de natureza semelhante, nenhum efeito da PBM na modulação autonômica vagal, após realização de dois testes de corrida de forma intermitente. Contudo, os autores atribuem à ausência de efeitos, a baixa intensidade do modelo de estresse proposto, além do comprimento de onda (LED – 630nm) que foi inferior ao utilizado em outros estudos da mesma natureza.

Outro aspecto importante relacionado à técnica é o momento de aplicação que pode variar de acordo com o tipo de estímulo proposto. Para o treinamento de força é recomendado antes de cada sessão<sup>(65)</sup>, para o exercício aeróbio é recomendado antes e após<sup>(66)</sup>. Para o treinamento de *sprint* repetidos (SR), não foi encontrado nenhum estudo na literatura, assim como, para o treinamento combinado (SR + TR). Esses achados demonstram que não somente a dose<sup>(24)</sup> e a potência<sup>(67)</sup>, mas o momento de aplicação da PBM em diferentes tipos de exercícios<sup>(54)</sup> deve ser levado em consideração. No entanto, a aplicação da técnica após o SR e antes ao TR não foi capaz de proporcionar interações sistêmicas detectáveis que repercutissem sobre o sistema nervoso autônomo da amostra investigada.

Seguindo essa linha, Leal-Junior EC *et al.*,<sup>(6)</sup> relataram a necessidade de estudos que padronizem os protocolos de exercício empregado, com o objetivo de explorar a influência da PBM incorporado a um modelo de treinamento visando à sua interação ao processo adaptação. Nesse sentido, destaca-se como ponto forte do estudo, a estratificação, realizada anteriormente ao processo de randomização, para nivelar a capacidade de executar a atividade

motora de *sprint* e agachamento<sup>(54)</sup>, visto que a capacidade de aprendizado e/ou inexperiência com o exercício poderia afetar magnitude dos efeitos do treinamento<sup>(26)</sup>.

Alguns pontos são importantes de serem destacados em nosso trabalho. O presente estudo foi realizado seguindo dosimetria de PBM recomendada pela literatura e fez uso, de um modelo de treinamento combinado, na qual, ganhos funcionais foram observados em estudos prévios.

Dessa forma, entende-se que a investigação da interação da fotobiomodulação com o tecido biológico frente ao treinamento combinado, deveria ser abordado em variáveis de outra natureza, como cardiorrespiratória, além das variáveis autonômicas. Nesse sentido, extrapolar esses achados para outras populações, modelo de treinamento e outros parâmetros de PBM devem ser analisados com cautela. Como limitação do estudo pode-se apontar que, embora os participantes tivessem o nível de atividade física equiparados pela primeira fase do treinamento, não foi possível garantir a especificidade das atividades que os mesmos realizavam fora do ambiente de coleta de dados.

Assim, considerando os resultados encontrados e suas hipóteses explicativas, pode-se inferir que, o treinamento combinado pode ser indicado para aumentar a modulação autonômica cardíaca global e parassimpática.

## **10. Conclusão**

O protocolo de fototerapia aplicado durante o treinamento não promoveu efeitos adicionais à modulação autonômica da frequência cardíaca. Por outro lado, o treinamento de *Sprint* e agachamento resultaram em aumento da modulação autonômica cardíaca avaliados pelos índices LF  $m^2$  e HF  $m^2$  no domínio da frequência, Mean RR, RMSSD e SDNN no domínio do tempo e SD1 e SD2 no plot de Poincaré.

## 10. Referências

1. Bastos FN, Vanderlei LC, Nakamura FY, Bertollo M, Godoy MF, Hoshi RA, et al. Effects of cold water immersion and active recovery on post-exercise heart rate variability. *Int J Sports Med.* 2012;33(11):873-9.
2. Pastre CM, Bastos FdN, Netto Júnior J, Vanderlei LCM, Hoshi RA. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2009;15:138-44.
3. Ferraresi C, de Sousa MV, Huang YY, Bagnato VS, Parizotto NA, Hamblin MR. Time response of increases in ATP and muscle resistance to fatigue after low-level laser (light) therapy (LLLT) in mice. *Lasers Med Sci.* 2015;30(4):1259-67.
4. Mester E, Szende B, Gartner P. [The effect of laser beams on the growth of hair in mice]. *Radiobiol Radiother (Berl).* 1968;9(5):621-6.
5. Ferraresi C, Huang YY, Hamblin MR. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *J Biophotonics.* 2016;9(11-12):1273-99.
6. Leal-Junior EC, Vanin AA, Miranda EF, de Carvalho Pde T, Dal Corso S, Bjordal JM. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):925-39.
7. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, de Godoi V, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(8):524-32.
8. Ferraresi C, Bertucci D, Schiavinato J, Reiff R, Araujo A, Panepucci R, et al. Effects of Light-Emitting Diode Therapy on Muscle Hypertrophy, Gene Expression, Performance, Damage, and Delayed-Onset Muscle Soreness: Case-control Study with a Pair of Identical Twins. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016;95(10):746-57.
9. Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *J Photochem Photobiol B.* 1999;49(1):1-17.
10. Borsa PA, Larkin KA, True JM. Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. *J Athl Train.* 2013;48(1):57-67.
11. Ferraresi C, Parizotto NA, Pires de Sousa MV, Kaippert B, Huang YY, Koiso T, et al. Light-emitting diode therapy in exercise-trained mice increases muscle performance, cytochrome c oxidase activity, ATP and cell proliferation. *J Biophotonics.* 2015;8(9):740-54.
12. Ferraresi C, Kaippert B, Avci P, Huang YY, de Sousa MV, Bagnato VS, et al. Low-level laser (light) therapy increases mitochondrial membrane potential and ATP synthesis in C2C12 myotubes with a peak response at 3-6 h. *Photochem Photobiol.* 2015;91(2):411-6.
13. Masha RT, Houreld NN, Abrahamse H. Low-intensity laser irradiation at 660 nm stimulates transcription of genes involved in the electron transport chain. *Photomed Laser Surg.* 2013;31(2):47-53.
14. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Baroni BM, De Marchi T, Rossi RP, Grosselli D, et al. Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLLT) and LED multi-diode (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. *Photomed Laser Surg.* 2009;27(4):617-23.
15. Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(4):789-96.
16. Ferraresi C, Panepucci R, Reiff R, Júnior E, Bagnato V, Parizotto N. Molecular effects of low-level laser therapy (808nm) on human muscle performance. *Physical Therapy in Sport.* 2012;13(3):e5.
17. Maegawa Y, Itoh T, Hosokawa T, Yaegashi K, Nishi M. Effects of near-infrared low-level laser irradiation on microcirculation. *Lasers Surg Med.* 2000;27(5):427-37.
18. Ihsan FR. Low-level laser therapy accelerates collateral circulation and enhances microcirculation. *Photomed Laser Surg.* 2005;23(3):289-94.
19. Baroni BM, Leal Junior EC, Geremia JM, Diefenthaler F, Vaz MA. Effect of light-emitting diodes therapy (LEDT) on knee extensor muscle fatigue. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(5):653-8.
20. Mirsky N, Krispel Y, Shoshany Y, Maltz L, Oron U. Promotion of angiogenesis by low energy laser irradiation. *Antioxid Redox Signal.* 2002;4(5):785-90.
21. De Marchi T, Schmitt VM, Danubia da Silva Fabro C, da Silva LL, Sene J, Tairova O, et al. Phototherapy for Improvement of Performance and Exercise Recovery: Comparison of 3 Commercially Available Devices. *J Athl Train.* 2017;52(5):429-38.
22. Fritsch CG, Dornelles MP, Severo-Silveira L, Marques VB, Rosso IA, Baroni BM. Effects of low-level laser therapy applied before or after plyometric exercise on muscle damage markers: randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2016;31(9):1935-42.

23. de Paiva PR, Tomazoni SS, Johnson DS, Vanin AA, Albuquerque-Pontes GM, Machado CD, et al. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2016;31(9):1925-33.
24. Antonialli FC, De Marchi T, Tomazoni SS, Vanin AA, dos Santos Grandinetti V, de Paiva PR, et al. Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes. *Lasers Med Sci.* 2014;29(6):1967-76.
25. Pinto HD, Vanin AA, Miranda EF, Tomazoni SS, Johnson DS, Albuquerque-Pontes GM, et al. Photobiomodulation Therapy Improves Performance and Accelerates Recovery of High-Level Rugby Players in Field Test: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Strength Cond Res.* 2016;30(12):3329-38.
26. da Silva DF, Ferraro ZM, Adamo KB, Machado FA. Endurance Running Training Individually-Guided By Hrv In Untrained Women. *J Strength Cond Res.* 2017.
27. Nuutila OP, Nikander A, Polomoshnov D, Laukkanen JA, Hakkinen K. Effects of HRV-Guided vs. Predetermined Block Training on Performance, HRV and Serum Hormones. *Int J Sports Med.* 2017;38(12):909-20.
28. Borresen J, Lambert MI. Autonomic control of heart rate during and after exercise : measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med.* 2008;38(8):633-46.
29. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016;46(10):1461-86.
30. Soares-Caldeira LF, de Souza EA, de Freitas VH, de Moraes SM, Leicht AS, Nakamura FY. Effects of additional repeated sprint training during preseason on performance, heart rate variability, and stress symptoms in futsal players: a randomized controlled trial. *J Strength Cond Res.* 2014;28(10):2815-26.
31. Chen JL, Yeh DP, Lee JP, Chen CY, Huang CY, Lee SD, et al. Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. *J Strength Cond Res.* 2011;25(6):1546-52.
32. Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Nissila J, Virtanen P, Karjalainen J, et al. Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(7):1355-63.
33. Hautala AJ, Makikallio TH, Kiviniemi A, Laukkanen RT, Nissila S, Huikuri HV, et al. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2003;285(4):H1747-52.
34. Sharma VK, Subramanian SK, Radhakrishnan K, Rajendran R, Ravindran BS, Arunachalam V. Comparison of structured and unstructured physical activity training on predicted VO<sub>2</sub>max and heart rate variability in adolescents - a randomized control trial. *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2017;28(3):225-38.
35. Buchheit M, Laursen PB, Ahmaidi S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007;293(1):H133-41.
36. Marques MC, Gabbett TJ, Marinho DA, Blazevich AJ, Sousa A, van den Tillaar R, et al. Influence of Strength, Sprint Running, and Combined Strength and Sprint Running Training on Short Sprint Performance in Young Adults. *Int J Sports Med.* 2015;36(10):789-95.
37. Vernillo G, Agnello L, Barbuti A, Di Meco S, Lombardi G, Merati G, et al. Postexercise autonomic function after repeated-sprints training. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(11):2445-55.
38. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med.* 2011;41(9):741-56.
39. Stuckey MI, Tordi N, Mourot L, Gurr LJ, Rakobowchuk M, Millar PJ, et al. Autonomic recovery following sprint interval exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(6):756-63.
40. Gois MO, Campoy FAS, Alves T, Ávila RP, Vanderlei LCM, Pastre CM. The influence of resistance exercise with emphasis on specific contractions (concentric vs. eccentric) on muscle strength and post-exercise autonomic modulation: a randomized clinical trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* 2014;18:30-7.
41. Mayo X, Iglesias-Soler E, Farinas-Rodriguez J, Fernandez-Del-Olmo M, Kingsley JD. Exercise Type Affects Cardiac Vagal Autonomic Recovery After a Resistance Training Session. *J Strength Cond Res.* 2016;30(9):2565-73.
42. Teixeira L, Ritti-Dias RM, Tinucci T, Mion Junior D, Forjaz CL. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(9):2069-78.
43. Iglesias-Soler E, Boulosa DA, Carballeira E, Sanchez-Otero T, Mayo X, Castro-Gacio X, et al. Effect of set configuration on hemodynamics and cardiac autonomic modulation after high-intensity squat exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015;35(4):250-7.
44. Hoshi RA, Vanderlei LCM, de Godoy MF, Bastos FDN, Netto J, Jr., Pastre CM. Temporal sequence of recovery-related events following maximal exercise assessed by heart rate variability and blood lactate concentration. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2017;37(5):536-43.

45. Almeida AC, Machado AF, Albuquerque MC, Netto LM, Vanderlei FM, Vanderlei LC, et al. The effects of cold water immersion with different dosages (duration and temperature variations) on heart rate variability post-exercise recovery: A randomized controlled trial. *J Sci Med Sport*. 2016;19(8):676-81.
46. Paolillo FR, Arena R, Dutra DB, de Cassia Marqueti Durigan R, de Araujo HS, de Souza HC, et al. Low-level laser therapy associated with high intensity resistance training on cardiac autonomic control of heart rate and skeletal muscle remodeling in wistar rats. *Lasers Surg Med*. 2014;46(10):796-803.
47. Machado FA, Peserico CS, Mezzaroba PV, Manoel FA, da Silva DF. Light-emitting diodes (LED) therapy applied between two running time trials has a moderate effect on attenuating delayed onset muscle soreness but does not change recovery markers and running performance. *Science & Sports*. 2017;32(5):286-94.
48. Vanin AA, Verhagen E, Barboza SD, Costa LOP, Leal-Junior ECP. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 2017.
49. Altman DG, Schulz KF, Moher D, Egger M, Davidoff F, Elbourne D, et al. The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2001;134(8):663-94.
50. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Front Physiol*. 2014;5:73.
51. Machado AF, Micheletti JK, Vanderlei FM, Nakamura FY, Leal-Junior ECP, Netto Junior J, et al. Effect of low-level laser therapy (LLLT) and light-emitting diodes (LEDT) applied during combined training on performance and post-exercise recovery: protocol for a randomized placebo-controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(4):296-304.
52. Giles D, Draper N, Neil W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *European Journal of Applied Physiology*. 2016;116:563-71.
53. Hernández-Vicente A, Santos-Lozano A, De Cocker K, Garatachea N. Validation study of Polar V800 accelerometer. *Annals of Translational Medicine*. 2016;4(15):278.
54. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TDd, Godoy MFd. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2009;24:205-17.
55. Parouty J, Al Haddad H, Quod M, Lepretre PM, Ahmaidi S, Buchheit M. Effect of cold water immersion on 100-m sprint performance in well-trained swimmers. *Eur J Appl Physiol*. 2010;109(3):483-90.
56. Bernardi L, Wdowczyk-Szulc J, Valenti C, Castoldi S, Passino C, Spadacini G, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35(6):1462-9.
57. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.
58. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*. 2017;5:258.
59. Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV--heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed*. 2014;113(1):210-20.
60. Plews DJ, Laursen PB, Stanley J, Kilding AE, Buchheit M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Med*. 2013;43(9):773-81.
61. Lopes FL, Pereira FM, Reboredo MM, Castro TM, Vianna JM, Novo Jr JM, et al. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2007;11:113-9.
62. 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(3):345-51.
63. Al Haddad H, Laursen PB, Ahmaidi S, Buchheit M. Nocturnal heart rate variability following supramaximal intermittent exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2009;4(4):435-47.
64. Buchheit M, Laursen PB, Al Haddad H, Ahmaidi S. Exercise-induced plasma volume expansion and post-exercise parasympathetic reactivation. *Eur J Appl Physiol*. 2009;105(3):471-81.
65. Vanin AA, Miranda EF, Machado CS, de Paiva PR, Albuquerque-Pontes GM, Casalechi HL, et al. What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial : Phototherapy in association to strength training. *Lasers Med Sci*. 2016;31(8):1555-64.
66. Miranda EF, Tomazoni SS, de Paiva PRV, Pinto HD, Smith D, Santos LA, et al. When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2018;33(4):719-27.

67. de Oliveira AR, Vanin AA, Tomazoni SS, Miranda EF, Albuquerque-Pontes GM, De Marchi T, et al. Pre-Exercise Infrared Photobiomodulation Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans: What Is the Optimal Power Output? *Photomed Laser Surg.* 2017;35(11):595-603.

## 11. *Anexos*

---

## ANEXO I – Parecer consubstanciado do CEP

FACULDADE DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA - UNESP/  
CAMPUS DE PRESIDENTE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** FOTOTERAPIA COM A COMBINAÇÃO DE LASER SUPER PULSADO E LEDs APLICADA EM TREINAMENTO METABÓLICO E ESTRUTURAL: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, DUPLO CEGO, PLACEBO-CONTROLADO

**Pesquisador:** Carlos Marcelo Pastre

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 49778115.3.0000.5402

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.389.046

#### **Apresentação do Projeto:**

Comentado no parecer anterior.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Apresentado no parecer anterior.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Apresentados no parecer anterior.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Apresentados no parecer anterior.

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

Os termos solicitados no parecer anterior, foram inseridos na Plataforma Brasil.

#### **Recomendações:**

Não há.

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

Sem pendências, pois os termos solicitados no parecer anterior, foram inseridos na Plataforma Brasil.

**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: 1.389.046

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em reunião realizada no dia 15.01.2016, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento  | Arquivo  | Postagem               | Autor                 | Situação |
|---|--|------------------------|-----------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_597655.pdf   | 06/01/2016<br>10:22:58 |                       | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_coletasangue.pdf                    | 06/01/2016<br>10:22:13 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Outros  | Declaracao_medico.pdf                          | 06/01/2016<br>10:18:23 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Outros  | Autorizacao_LAFICE_VEGF.pdf                    | 06/01/2016<br>10:15:46 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Outros  | Autorizacao_LAFIDE.pdf                         | 05/01/2016<br>11:49:38 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto_Comite_de_Etica_em_Pesquisa.pdf        | 02/10/2015<br>10:07:19 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Outros  | Autorizacao_do_Local.pdf                       | 02/10/2015<br>09:32:17 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folha_de_rosto.pdf                             | 02/10/2015<br>09:31:50 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Outros  | Termo_de_Compromisso.pdf                       | 28/09/2015<br>10:17:26 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.pdf | 28/09/2015<br>10:16:48 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |
| Cronograma  | Cronograma_de_Execucao_de_Atividades.pdf       | 28/09/2015<br>10:14:22 | Carlos Marcelo Pastre | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**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: 1.389.046

PRESIDENTE PRUDENTE, 15 de Janeiro de 2016

---

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

## ANEXO II – Registo no Clinical trials

---

**ClinicalTrials.gov PRS**  
*Protocol Registration and Results System*

---

ClinicalTrials.gov PRS **DRAFT Receipt (Working Version)**

Last Update: 06/11/2018 08:39

ClinicalTrials.gov ID: NCT03566186

---

### Study Identification

Unique Protocol ID: U1111-1214-0497

Brief Title: Effects of Phototherapy Associated With Sprint and Squat Training on Cardiac Autonomic Modulation

Official Title: Effects of Phototherapy Associated With Sprint and Squat Training on Cardiac Autonomic Modulation: Randomized, Placebo-controlled Trial

Secondary IDs:

### Study Status

Record Verification: June 2018

Overall Status: Completed

Study Start: September 3, 2017 [Actual]

Primary Completion: October 1, 2017 [Actual]

Study Completion: December 19, 2017 [Actual]

### Sponsor/Collaborators

Sponsor: Paulista University

Responsible Party: Principal Investigator

Investigator: Franciele Marques Vanderle [fvanderle]

Official Title: PhD - Clinical Professor

Affiliation: Paulista University

Collaborators:

## Study Identification

Unique Protocol ID: U1111-1214-0497

Brief Title: Effects of Phototherapy Associated With Sprint and Squat Training on Cardiac Autonomic Modulation

Official Title: Effects of Phototherapy Associated With Sprint and Squat Training on Cardiac Autonomic Modulation: Randomized, Placebo-controlled Trial

Secondary IDs:

## Study Status

Record Verification: June 2018

Overall Status: Completed

Study Start: September 3, 2017 [Actual]

Primary Completion: October 1, 2017 [Actual]

Study Completion: December 19, 2017 [Actual]

## Sponsor/Collaborators

Sponsor: Paulista University

Responsible Party: Principal Investigator

Investigator: Franciele Marques Vanderle [fvanderle]

Official Title: PhD - Clinical Professor

Affiliation: Paulista University

Collaborators:

## Oversight

U.S. FDA-regulated Drug: No

U.S. FDA-regulated Device: No

U.S. FDA IND/IDE: No

Human Subjects Review: Board Status: Approved

Approval Number: 4977815.3.0000.5402

Board Name: Ethics Committee of the Universidade Estadual Paulista - FCT / UNESP

Board Affiliation: Universidade Estadual Paulista - FCT / UNESP

Phone: +55 (18) 3229-5315

Email: cep@fct.unesp.br

Address:

## Study Description

**Brief Summary:** Recent studies have shown positive results in the application of phototherapy for the improvement of performance and acceleration of the healing process of the body homeostasis. Among the methods used to assess the recovery post-exercise has cardiac autonomic modulation assessed by heart rate variability (HRV), a tool widely used in sports to evaluate medium global behavior of the autonomic nervous system. **Objective:** analyze and compare the effect of a special protocol of phototherapy using different light sources interacting with a combined training with an autonomic modulation of heart rate in different moments (baseline; tracking daily; recovery post-exercise and after training). **Method:** 45 male participants will be allocated from a stratified randomization into three groups: control (n=15), placebo (n=15) and group special protocol of phototherapy (n=15). Participants will perform a combined training of sprints and squats twice a week for twelve weeks divided into two phases. The application of phototherapy and placebo was administered in phase 2, after sprints and just before the squat. The phototherapy was used combine different light sources and wavelength (red and infrared). Was analyze HRV in five moments: baseline; traking daily; week target of phase I and II; after training. The weeks target consist of training sessions with greater energy expenditure (largest intensity). The sphericity of the data was tested by Mauchly test. In case of violation of the sphericity assumption, the correction of Greenhouse-Geisser was performed. The data was analyzed using analysis of variance for repeated measures (Bonferroni post-test), which provide information on the effects of time, group and interaction. All statistical analyzes assume the significance level of 5%.

**Detailed Description:**  **NOTE :** Detailed Description has not been entered.

## Conditions

**Conditions:** Phototherapy  
Autonomic Nervous System  
Training

**Keywords:** Photobiomodulation  
Autonomic nervous system  
Heart rate variability  
Recovery of function  
Super-pulsed laser  
Led light

## Study Design

**Study Type:** Interventional  
**Primary Purpose:** Other  
**Study Phase:** N/A  
**Interventional Study Model:** Parallel Assignment

Number of Arms: 3

Masking: Triple (Participant, Investigator, Outcomes Assessor)

Allocation: Randomized

Enrollment: 39 [Actual]

## Arms and Interventions

| Arms   | Assigned Interventions   |
|--|--|
| Experimental: Active phototherapy group<br>(n=12) Phase 2 training + active phototherapy Dosage applied was 30J per site (180J per muscle) to six sites on the quadriceps The MR4 LaserShower 50 4D emitter (MultiRadiance Medical, USA). The optical power was calibrated before irradiation in each participant using a Thorlabs thermal power meter (Model S322C, Thorlabs, Newton, NJ, USA). | Phototherapy<br>Photobiomodulation or photobiostimulation, this technique is the application of monochromatic light that can influence cellular activity through inhibition or stimulation of chemical and biological functions.     |
| Placebo Comparator: Placebo group<br>(n=14) Phase 2 training + placebo phototherapy group  | Placebo<br>The same procedures as in the active phototherapy group was applied to the placebo group; however, the emitter was disabled. The device was emit the same sounds regardless of the programmed mode (active phototherapy). |
| non-treatment control group<br>(n=13) Phase 2 training + control group   | Passive recovery<br>Participants was remain sat for passive recovery supervised by an independent therapist during the period when the other groups are received recovery strategies.  |

NOTE : No interventions have been included in Arm Description for 'non-treatment control group'

NOTE : Intervention 'Passive recovery' has not been included in any Arm/Group Descriptions.

## Outcome Measures

Primary Outcome Measure:

1. Effects of phototherapy on adaptation and change of cardiac Autonomic modulation.  
Analyzed and compare the effects of phototherapy with different light sources and wavelengths applied during training combined at heart rate variability  
  
[Time Frame: Baseline (captation of hear rate variability for 20 minutes) before 6 weeks (captation of hear rate variability for 20 minutes) and before 12 weeks (captation of hear rate variability for 20 minutes)]

Secondary Outcome Measure:

2. Effects of phototherapy on recovery of cardiac Autonomic modulation.  
Compare the effects of phototherapy with placebo group and control group at recovery after exercise of heart rate variability.  
  
[Time Frame: During training sessions with higher energetic spending leaving for the last two weeks, composed of higher intensity - (captation of hear rate variability for 1 hour on phase 1 and phase 2).]
3. Effects of phototherapy on tracking daily of cardiac autonomic modulation.  
Analyze and compare the change in the indices of heart rate variability in tracking daily after combined training of sprints and squats  
  
[Time Frame: daily, after exercise and before exercise (captation of hear rate variability for 7 minutes)]

## Eligibility

Minimum Age: 18 Years

Maximum Age: 30 Years

Sex: Male

Gender Based: No

Accepts Healthy Volunteers: Yes

Criteria: Inclusion Criteria:

- Healthy patient (self-report);
- Male gender;

Exclusion Criteria:

- History of cancer;
- Smokers or alcoholics;
- Use drugs that influenced cardiac autonomic activity;
- Cardiovascular, metabolic or endocrine diseases;
- Occurrence of musculoskeletal injury during the study.

## Contacts/Locations

Central Contact Person: Franciele M Vanderlei, PhD  
Telephone: +55 (18) 3229-5824  
Email: franmvanderlei@gmail.com

Central Contact Backup:

Study Officials:  NOTE : Study Official is required by the WHO and ICMJE.

Locations: Brazil  
Franciele Marques Vanderlei  
Presidente Prudente, SP, Brazil, 55  
Contact: Franciele M Vanderlei, PhD +55 (18) 3229-5824  
framvanderlei@gmail.com

## IPDSharing

Plan to Share IPD:

## References

Citations:

Links:

Available IPD/Information:

## ANEXO III - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Efeitos da fototerapia associado a um treinamento de sprints e agachamento no comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca: um ensaio clínico randomizado por amostra estratificada, placebo-controlado

Nome do (a) Pesquisador / Orientador (a): Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

Nome do (a) Pesquisador Assistente (a): Aryane Flauzino Machado e Altair Custodio Junior

1. **Natureza da pesquisa:** o sr. está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade avaliar o efeito da fototerapia, que é uma técnica conhecida como laser, aplicada em um treinamento físico metabólico e estrutural, ou seja, um treinamento que utilizará sprints (tiros que são executados na sua maior velocidade em uma distância curta) e agachamentos.

2. **Participantes da pesquisa:** serão avaliados 38 participantes jovens, aparentemente saudáveis, do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos.

3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo o sr permitirá que o pesquisador avalie suas capacidades física, ou seja, realize testes de desempenho como força, potência e saltos, avaliações de percepção, como quanto de dor você está sentindo no momento, o quanto de cansaço, de recuperado, como você tem se sentido quanto ao sono, fadiga (cansaço), e quanto você acredita que a fototerapia (laser) pode ser boa. O pesquisador irá avaliar também alguns marcadores sanguíneos, chamados de concentração de creatina quinase, que identifica uma possível lesão ou dano muscular, concentração de lactato sanguíneo, que identifica fadiga/cansaço muscular e fator de crescimento endotelial vascular, que identifica o crescimento de novos vasos sanguíneos. O pesquisador também irá verificar sua pressão arterial e sua frequência cardíaca, além da variabilidade da frequência cardíaca, que é a diferença entre o tempo de cada batimento do coração. As coletas de sangue serão realizadas por um profissional especializado.

4. **Sobre as entrevistas:** o sr. participará de um treinamento de oito semanas, já descrito no item 1. Ele irá acontecer duas vezes por semana e tem duração média de 1 hora e 30 minutos. Nas duas últimas semanas de treinamento, o pesquisador irá avaliar o efeito da fototerapia (laser). Nesse período, o sr. fará parte de um dos três grupos: um grupo que irá realizar a fototerapia (laser), no qual o pesquisador irá aplicar clusters/placas de laser nas suas pernas; o outro grupo será o placebo, no qual o pesquisador também irá aplicar cluster/placas nas

suas pernas, no entanto o equipamento ficará desligado; e o grupo controle, no qual o sr. ficará sentado para se recuperar. O pesquisador também irá avaliar suas capacidades físicas (item 3) antes do treinamento, após seis semanas de treinamento, nas duas últimas semanas e após o treinamento completo. Serão utilizados na pesquisa os grupos placebo e controle para identificar o verdadeiro efeito da fototerapia (laser), por isso, o sr. não será informada sobre qual grupo está participando no decorrer da pesquisa. No entanto, se após o término da pesquisa o sr. for informado que participou do grupo placebo ou do grupo controle e tiver interesse em experimentar o efeito da fototerapia (laser) os pesquisadores se colocam a disposição para aplicá-la.

**5. Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. A pesquisa não apresenta qualquer tipo de risco. O sr. pode vir a experimentar durante o treinamento desconfortos referentes às dores musculares de início tardio. Essas dores são consideradas de baixa intensidade. Entretanto, caso julgue necessário, a o sr. receberá atendimento especializado (fisioterapeuta, ou médico, caso seja pertinente). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

**6. Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o pesquisador assistente terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.

**7. Benefícios:** ao participar desta pesquisa o sr. não terá nenhum benefício direto. No entanto, os benefícios que a atividade física e que um treinamento bem executado e com acompanhamento podem ser proporcionado. Acreditamos que tal treinamento, quando complementado pela fototerapia (laser) ou não, possa melhorar seu desempenho, além de promover melhora nos marcadores cardiovasculares (pressão e frequência cardíaca) e variabilidade da frequência cardíaca, já exposto anteriormente. Esperamos também que este estudo traga informações importantes sobre o uso da fototerapia, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa representar um avanço terapêutico, identificando uma técnica de tratamento/prevenção importante no esporte. O pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.

8. **Pagamento:** o sr. não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

O sr. tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para o sr. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador e do pesquisador assistente do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: 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

### **Consentimento Livre e Esclarecido**

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

---

Nome do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador / Orientador

---

Assinatura do Pesquisador Assistente

**Pesquisador / Orientador: Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre. (18) 3229-5528**

**Pesquisador Assistente I: Aryane Flauzino Machado. (18) 98107-1088**

**Pesquisador Assistente II: Altair Custodio Junior. (18) 99759-8710**

**Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo**

**Vice-Coodenadora: Profa. Dra. Andreia Cristiane Silva Wiezzel**

**Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526**

**E-mail cep@fet.unesp.br**