



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA (PAPGEF)**



**PATRICK ALAN DE SOUZA PFEIFFER**

**ANÁLISE DO PADRÃO TERMOGRÁFICO E DO GASTO ENERGÉTICO  
DURANTE O EXERCÍCIO AERÓBIO COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO  
SANGUÍNEO EM SUJEITOS FÍSICAMENTE ATIVOS: UM ESTUDO  
CONTROLADO**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2018**

**ANÁLISE DO PADRÃO TERMOGRÁFICO E DO GASTO ENERGÉTICO  
DURANTE O EXERCÍCIO AERÓBIO COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO  
SANGUÍNEO EM SUJEITOS FÍSICAMENTE ATIVOS: UM ESTUDO  
CONTROLADO**

**PATRICK ALAN DE SOUZA PFEIFFER**

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UEPB (PAPGEF-UPE/UEPB), como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação Física.

**Orientador: Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos**

**Co-orientador: Profa. Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2018**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

P526a Pfeiffer, Patrick Alan de Souza.

Análise do padrão termográfico e do gasto energético durante o exercício aeróbio com e sem restrição de fluxo sanguíneo em sujeitos fisicamente ativos: um estudo controlado / Patrick Alan de Souza Pfeiffer. - João Pessoa, 2018.

69 f. : il.

Orientação: Heleodório Honorato dos Santos.

Coorientação: Maria do Socorro Cirilo de Sousa.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Educação Física. 2. Oclusão terapêutica. 3. Treinamento físico. 4. Metabolismo energético. 5. Calorimetria. 6. Temperatura corporal. I. Santos, Heleodório Honorato dos. II. Sousa, Maria do Socorro Cirilo de. III. Título.

UFPB/BC

**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB**  
**CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

A Dissertação **Análise do Padrão Termográfico e do Gasto Energético Durante o Treinamento Aeróbio Com e Sem Restrição de Fluxo Sanguíneo em Sujeitos Fisicamente Ativos: um Estudo Controlado.**

Elaborada por Patrick Alan de Souza Pfeiffer

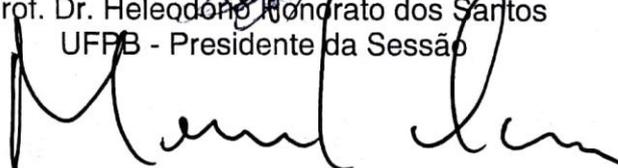
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

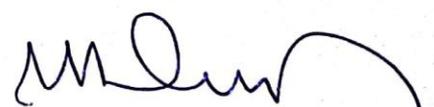
Data: 28 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva  
Coordenador – UFPB

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. Heleodônio Honorato dos Santos  
UFPB - Presidente da Sessão

  
Prof. Dr. Manoel da Cunha Costa  
UPE – Membro Interno

  
Prof. Dr. José Jacy de Almeida Ferreira  
UFPB – Membro Externo

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu pai e professor Dietmar Klaus Pfeiffer, por ter desempenhado ambas as funções nas horas devidas, por ter me ensinado, cobrado e incentivando, foram esses elementos que me fizeram estar aqui, continuar e ir além. Espero que essa seja uma de varias dedicatórias que farei ao longo da minha carreira para ele, meu grande incentivador e crítico.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por sempre estar ao meu lado, sendo uma fortaleza e um algo maior, fazendo todo esforço valer a pena.

Ao meu pai Dietmar K. Pfeiffer, sem ele, com certeza eu não estaria aqui fazendo nenhum agradecimento. Um pilar mais do que essencial nesse trabalho, na minha carreira e na minha vida.

A minha mãe Creuza M. de Souza, uma pessoa que sempre me apoiou e motivou por estar aqui.

A minha irmã Alana M. de Souza Pfeiffer, com certeza motivação extra para nunca desistir.

A minha namorada Amanda C. de Oliveira, cujo afeto e apoio foram fontes de motivação para essa etapa na minha vida.

As minhas tias, que mesmo longe, sempre me ajudaram da melhor forma que elas puderam, seus pequenos atos foram essenciais para tudo.

Ao meu orientador, Prof. Heleodório Honorato dos Santos, ele que me criticou e me elogiou nos devidos momentos, me ensinou, e com certeza, me faz sair uma pessoa mais forte durante esse período que passei sobre sua orientação.

A minha co-orientadora, Profa. Socorro Cirilo, ela que há dois anos, me abriu as portas para esse novo mundo, me deu oportunidades, ajuda e incentivo para que hoje eu esteja aqui.

Ao professor Jamacy, por toda confiança e ajuda dada nesse período, sem esses dois elementos vindos dele, o trabalho seria muito mais árduo e complicado.

Ao meu amigo Eduardo Domingos, foi ele o primeiro a me convidar e mostrar que era possível fazer parte disso, muito obrigado por abrir essa porta.

A Thiago Paiva, um amigo que a pós-graduação me deu, uma pessoa que me ajudou de forma motivacional e intelectual nesse período.

Ao Júlio, Bruno, Elísio e Simoni amigos de pós-graduação, estudos e viagens, vocês com certeza fizeram tudo isso ser mais fácil e divertido.

Aos 24 voluntários que participaram dessa pesquisa, muito obrigado por tirarem um pouco do seu tempo, e mudar suas rotinas para me ajudar. Pessoas essenciais para a finalização desse trabalho.

Aos meus amigos pessoais que sempre me motivaram e me deram apoio. Principalmente Marcel, Joao Pedro, Bruno, Filipe e Adunbi. Vocês sabem o porquê desse agradecimento em especial.

Aos colegas de Labocine, LabTerm e da pós-graduação como um todo, de forma direta ou indireta sempre estiveram comigo me ajudando.

A todos os professores do PAPGEF – UPE/UFPB, por todos os conhecimentos passados nas aulas ou no dia a dia, com certeza saio daqui mais preparado para vida.

Ao secretário do PAPGEF, Ricardo, pessoa de grande coração e sinônimo de ajuda, um ser humano que facilitou muito esse período.

## EPÍGRAFE

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos”.

(Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é um método que restringe o fluxo sanguíneo nos membros superiores (MMSS) ou inferiores (MMII) de forma parcial ou total, que pode ser utilizado em exercícios aeróbios, com resultados significativos no aumento do gasto energético (GE) em relação ao treino tradicional. Entretanto, não se sabe o que pode acontecer com a temperatura da pele (TP), durante o exercício físico associado à RFS. Nesse sentido, a termografia infravermelha (TI), é um método não invasivo utilizado na área esportiva com diversos propósitos, como: analisar assimetrias musculares ou prever lesões musculares. **Objetivo:** Analisar o efeito do exercício aeróbio com diferentes níveis de RFS sobre o GE, a TP e a percepção subjetiva de desconforto (PSD). **Metodologia:** Participaram do estudo, 24 homens, fisicamente ativos ( $23,9 \pm 2,6$  anos,  $78,5 \pm 12,3$  kg,  $1,78 \pm 0,07$  m,  $IMC = 24,7 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) sem presença ou histórico de doenças osteoarticulares nos MMII, que responderam negativamente ao PAR-Q, realizavam  $\geq 150$  minutos de atividades físicas semanais com intensidade  $\geq$  moderada, de acordo com o IPAQ, e que apresentaram Índice Tornozelo Braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30. Foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), e a mensuração do nível de RFS total de cada sujeito antes das 4 sessões de treinamento em diferentes níveis de restrição (0, 50, 80 e 100%). O treinamento consistiu em uma caminhada na esteira a 40% da velocidade máxima do sujeito, composta por 5 séries com duração de 2 minutos cada, e 1 minuto de descanso entre elas, totalizando assim, 14 minutos de teste, e com um intervalo de uma semana entre as mesmas. Durante o treinamento, foram analisados: o GE (gasto calórico), a TP de MMII dos sujeitos, por meio da TI, antes, durante e 24h após cada sessão de treino e a PSD, por meio de uma escala verbal. **Resultados:** O GE apresentou valores médios de  $75,6 \pm 15,9$ ;  $89,7 \pm 15,8$ ;  $94,9 \pm 14,8$  e  $96,1 \pm 12,1$  kcal para as condições de 0, 50, 80 e 100% de RFS, respectivamente, durante o treino. Esses achados mostraram um aumento significativo do GE na condição de 0% de RFS quando comparada com as demais ( $P < 0,001$ ) e entre as condições de 50 e 100% de RFS ( $P < 0,05$ ). Todavia, entre 50 e 80% ou 80 e 100% de RFS, o GE ficou estabilizado ( $P > 0,05$ ). A TC dos MMII não sofreu alterações significativas ( $P > 0,05$ ) imediatamente e 24h após o exercício aeróbio, independentemente dos níveis de RFS utilizados (0, 50, 80 e 100%), todavia, a temperatura das pernas foi maior que a das coxas ( $P < 0,05$ ). A PSD foi maior conforme o aumento do nível de RFS durante o exercício ( $P < 0,001$ ). **Conclusão:** O GE aumentou de forma proporcional até 50% de RFS e se estabilizou após esse patamar. A RFS não influenciou na TP imediatamente e 24h pós-exercício aeróbico, independentemente do nível de RFS utilizado, enquanto que a PSD aumentou ao se elevar o nível de RFS durante o exercício.

Estudo anexado a plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sob o número: RBR-3XHSJX

**Palavras-chave:** oclusão terapêutica, treinamento físico, metabolismo energético, calorimetria, temperatura corporal.

## ABSTRACT

**Introduction:** Blood flow restriction (BFR) training is a method that uses low weight and restricts upper or lower blood pressure partially or completely, which can be used in aerobic exercises, with significant results in the increase of the energy expenditure (EE) in relation to the traditional training. However, it is not known what could happen with the skin temperature (ST), when using BFR during exercise. And an alternative to evaluate this phenomenon is the infrared thermography (IT), which is a non-invasive method used on sports with various purposes, such as: to analyze muscular asymmetries or a strong predictor of muscular injuries. **Objective:** To analyze the effects of aerobic exercises with different levels of BFR regarding EE, ST and subjective perception of distress (SPD). **Method:** As participants of this study there were 24 physically active males, ( $23,9 \pm 2,6$  years old,  $78,5 \pm 12,3$  kg,  $1,78 \pm 0,07$  m,  $BMI = 24,7 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>) without history of osteoarticular illnesses on the inferior members, that responded negatively to the PAR-Q, that performed  $\geq 150$  minutes of weekly physical activity with intensity  $\geq$  moderate, according to the IPAQ, and that showed Ankle Brachial Index (ABI) between 0.91 and 1.30. Initially it was calculated the Body Mass Index (BMI) to ensure a homogeneous sample and the measurement of BFR of each individual before the 4 sessions of training on different levels of restriction (0, 50, 80 and 100%). Training consisted on walking on the treadmill at 40% of the subject's maximal speed, composed by 5 series lasting 2 minutes each with 1 minute break in between, totalizing 14 minutes of testing and with a week's gap between each session. During training, it was analyzed the EE (caloric expenditure) and the skin temperature if the subjects, by way of the IT, before, during and 24h after each training session and the SPD by way of a verbal scale. **Result:** The EE showed average value of  $75,6 \pm 15,9$ ;  $89,7 \pm 15,8$ ;  $94,9 \pm 14,8$  e  $96,1 \pm 12,1$  kcal to the conditions of 0, 50, 80 e 100% BFR, respectively during training. These results show a significant increase of EE on 0% BFR when comparing it to the rest ( $P < 0,001$ ) and between the 50 and 100% of BFR ( $P < 0,05$ ). However, between 50 and 80% or 80 and 100% of BFR, the EE was stable ( $P > 0,05$ ). The ST of MMIII did not suffer significant changes ( $P > 0,05$ ) immediately and 24h after the aerobic exercise, no matter what level of BFR was used (0, 50, 80 or 100%), however it was found that the temperature of the legs was higher than the thighs' ( $P < 0,05$ ), the experienced SPD was higher according to the level of BFR during the exercise ( $P < 0,001$ ). **Conclusion:** The results show a gradual but non-linear increase of EE according to the rising of the BFR levels, being presented in a proportional way until the 80% BFR level and stabilizing after this plateau. Regarding TI, the results show that BFR does not influence ST neither immediately nor 24 hours after aerobic exercise, irregardless of the used BFR, while the PSE, increased as the RFS level rose during the exercise.

Article attached in the Brazilian Clinical Trials Registry (REBEC) under the number RBR-3XHSJX

**Key-words:** therapeutic occlusion, physical training, energy metabolism, calorimetry, body temperature.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **Dissertação**

Figura 1 - Fluxograma da seleção amostral.....	21
Figura 2 - Diagrama de trajeto causal do estudo.....	22
Figura 3 - Delimitação das áreas analisadas na TI.....	25

### **Artigo 1**

Figura 1 - Desconforto sentido durante o exercício.....	40
---	----

### **Artigo 2**

Figura 1 - ROIs dos sujeitos analisados.....	53
--	----

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

### **Dissertação**

Tabela 1 – Aleatorização das sessões de treinos.....	26
--	----

### **Artigo 1**

Tabela 1 - Caracterização das variáveis antropométricas, de velocidade máxima e da RFS da amostra.....	38
--	----

Tabela 2 - Comparação dos valores médios do GE por condição de RFS durante a caminhada.....	39
---	----

### **Artigo 2**

Tabela 1 - Caracterização das variáveis antropométricas, de velocidade máxima e da RFS da amostra.....	53
--	----

Tabela 2 - Médias da TP (°C) por nível de RFS e avaliação de instante.....	54
--	----

Tabela 3 - Médias da TP (°C) por avaliação de instante e área anatômica.....	55
--	----

Tabela 4 - Médias da TP (°C) por área anatômica e RFS em %.....	55
---	----

### **Dissertação**

Quadro 1 - Procedimentos e etapas da pesquisa.....	25
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>ANOVA-MR</b>	Análise de Variância com Medidas Repetidas
<b>CK</b>	Creatina Quinase
<b>GE</b>	Gasto Energético
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>ITB</b>	Índice Tornozelo Braquial
<b>MMII</b>	Membros Inferiores
<b>MMSS</b>	Membros Superiores
<b>PA</b>	Pressão Arterial
<b>PAS</b>	Pressão Arterial Sistólica
<b>PSE</b>	Percepção Subjetiva de Esforço
<b>RFS</b>	Restrição de Fluxo Sanguíneo
<b>RM</b>	Repetição Máxima
<b>ROIs</b>	Região Objeto de Interesse de Estudo
<b>TC</b>	Temperatura Corporal
<b>TCC</b>	Temperatura Corporal Central
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TI</b>	Termografia Infravermelha
<b>TM</b>	Taxa de Metabolismo
<b>TMR</b>	Taxa de Metabolismo de Repouso
<b>TP</b>	Temperatura da Pele

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - porcentagem

°C - Graus Celsius

≤ - Menor ou Igual

μm - Micrômetro

≅ - Aproximadamente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
2.1	Geral.....	15
2.2	Específicos.....	15
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	16
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	16
4.1	Exercício físico aeróbico e gasto energético.....	16
4.2	Exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS).....	17
4.3	Termografia Infravermelha (TI).....	18
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
5.1	Desenho do estudo.....	20
5.2	Amostra.....	20
5.3	Variáveis e Instrumentos de pesquisa.....	22
5.4	Procedimentos para coleta de dados.....	22
5.5	Processo de avaliação.....	26
5.6	Análise estatística.....	26
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>6</b>	<b>ARTIGOS</b> .....	32
6.1	Artigo 1 - Efeito de diferentes percentuais de restrição de fluxo sanguíneo sobre o gasto energético em sujeitos jovens e saudáveis.....	32
6.2	Artigo 2 - Análise da temperatura corporal dos membros inferiores durante o exercício de caminhada com diferentes intensidades de restrição de fluxo sanguíneo.....	46
	APÊNDICE A - Termo De Consentimento Livre e Esclarecido.....	61
	ANEXO A - (PAR-Q).....	64
	ANEXO B - Escala de Desconforto.....	66
	ANEXO C - IPAQ.....	67
	ANEXO D - Certificado de Aprovação do CEP.....	69

## 1. INTRODUÇÃO

Baseado no consenso de que a atividade física é de fundamental importância para a saúde do corpo humano, em 2001, o *American College of Sports Medicine* recomendou, no mínimo, 150 minutos semanais de atividades físicas moderadas com o intuito de evitar o ganho de massa gorda e a redução de fatores de doenças crônicas (DONELLY *et al.*, 2009). Porém, para alguns grupos populacionais como idosos ou pessoas em processo de reabilitação, as atividades físicas com esforço alto ou até mesmo moderado podem não ser recomendáveis, o que levanta a questão sobre quais alternativas existem para estes grupos.

Decorrente disso, e com base em estudos e pesquisas, se desenvolveram métodos de treinamentos com o intuito de melhorar, tanto o desempenho físico, quanto a saúde em geral. Um desses tipos de treinamento é o de restrição vascular ou restrição de fluxo sanguíneo (RFS) que tem provado ser uma solução de treinamento viável para obtenção da melhora de qualidades físicas, como por exemplo, a força (ABE; KEARNS; SATO, 2006).

O treinamento com restrição vascular surgiu a cerca de 50 anos, no Japão (SATO, 2005), e tem como enfoque o ganho da força e da hipertrofia muscular combinando a utilização de baixas cargas com o uso de manguitos ou torniquetes (Da COSTA *et al.*, 2012; LOENNEKE; PUJOL, 2009). Esse tipo de treinamento pode ser utilizado nos mais diversos grupos etários com diferentes condições físicas (NAKAJIMA, 2006), como mostra o estudo de Teixeira, Hespanhol e Marquez (2012), que identificou aumento da força muscular, em idosos, que fizeram o treino de força em baixa intensidade (20% de 1 RM).

Além de benefícios em treinamentos de força, a RFS também proporciona resultados positivos com exercícios aeróbios, como mostra o estudo de Ozaki *et al.* (2011) que demonstrou aumento na força e volume musculares após treinamento de caminhada combinado à RFS, e o de Loenneke *et al.* (2011) que também mostrou aumento do gasto energético (GE), consumo de oxigênio e frequência cardíaca em homens e mulheres jovens que fizeram um treino de caminhada com RFS usando elásticos de joelhos com 76 mm de largura comparado ao mesmo treino sem RFS.

Mendonca *et al.* (2014), mostraram que o consumo de oxigênio não só é maior durante a caminhada com RFS nos membros inferiores (MMII) mas, também, no pós-exercício. Porém, não se sabe ainda qual nível de pressão de RFS seria

melhor e se existe uma correlação significativa entre: o nível da pressão da RFS e o GE durante o exercício aeróbio.

Outro fato ainda desconhecido sobre a RFS, com exercícios aeróbios, é o que ocorre em relação à temperatura da pele (TP) sobre a área muscular exercitada durante e após o estímulo aplicado. De acordo com Arfaoui *et al.* (2014), a contração muscular aumenta a temperatura interna do corpo acompanhada pela produção de calor. Essas alterações ocorridas podem ser analisadas por um método não invasivo denominado termografia infravermelha/TI (TAN; ACHARYA; CHEE, 2009), que associada ao exercício físico pode ter diversas utilidades, tais como: analisar assimetrias na força muscular entre membros inferiores ou superiores (ARFAOUI *et al.*, 2014) ou avaliar a correlação entre a temperatura corporal e a variação do nível de creatina quinase/CK no sangue ou no músculo (BANDEIRA *et al.*, 2014).

Contudo, não se tem conhecimento do que ocorre com a temperatura interna do corpo se o fluxo sanguíneo do músculo exercitado estiver restringido por manguitos ou bandagens elásticas durante o exercício físico.

Sendo assim, a questão norteadora da pesquisa é: será que diferentes níveis de pressão de restrição de fluxo sanguíneo (RFS), durante o exercício aeróbio, aumentam a demanda energética e a temperatura da pele?

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1 Geral*

Analisar o efeito do exercício aeróbio com diferentes níveis de RFS sobre o GE, a TP de MMII e a PSD, em sujeitos jovens e saudáveis.

### *2.2 Específicos*

- ✓ Verificar o efeito do exercício com RFS sobre o GE (gasto calórico) durante o exercício aeróbio;
- ✓ Analisar a influência do exercício aeróbio, com RFS sobre a TP de MMII em diferentes instantes (pré, durante e pós-treino);
- ✓ Analisar a influência da RFS sobre a PSD durante o exercício aeróbio;

### 3 HIPÓTESES

**H0<sub>1</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) não aumenta o gasto energético (gasto calórico);

**H1<sub>1</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) aumenta o gasto energético (gasto calórico);

**H0<sub>2</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) não aumenta a temperatura da pele;

**H1<sub>2</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) aumenta a temperatura da pele.

**H0<sub>3</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) não aumenta a PSD.

**H1<sub>3</sub>:** O exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) aumenta a PSD.

### 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 4.1 Exercício físico aeróbio e gasto energético

A atividade física é considerada, um componente de fundamental importância para se obter um estilo de vida saudável e pode ser definida como todo movimento corporal que é produzido pelos músculos esqueléticos tendo como resultado o gasto energético (HENDERSON; AINSWORTH, 2001). Já o exercício físico diferencia-se da atividade física por ser: planejado, estruturado e repetido com determinado objetivo (CARPESEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985).

O exercício físico é uma ação que exige um GE acima do nível de repouso, e que, na maioria das vezes, é resultado de movimentos feitos de forma voluntária. Sendo definido por fatores, tais como: modalidade, intensidade e tempo, uma das variações do exercício é o aeróbio, que é realizado de forma rítmica e contínua (PLOWMAN; SMITH, 2011), possui a capacidade de absorção, transporte e utilização de oxigênio em uma determinada intensidade de exercício prolongado

(SHARKEY, 1998), e que pode ser utilizado na melhora da aptidão física, inclusive de idosos, como mostra o estudo de Miranda e Rabelo (2006).

Para que se possa utilizar, da melhor forma possível, o exercício físico aeróbio, deve-se entender o seu quantificador de intensidade denominado GE, que é composto por elementos como: metabolismo de repouso, efeito térmico e atividade física (MEIRELLES; GOMES, 2004).

No exercício aeróbio, o GE é caracterizado e melhor analisado por exercícios de intensidade constante onde o VO<sub>2</sub> esteja estabilizado e seja medido de forma direta (REIS, 2011), podendo ser avaliado por diversas técnicas (MELO; TIRAPGUI; RIBEIRO, 2008), como por exemplo: a calorimetria direta ou indireta, a água duplamente marcada ou o princípio de Fick (SOARES *et al.*, 2007).

Entretanto, por ser o método mais seguro, não invasivo, de uso portátil, que mede o VO<sub>2</sub> (ANICETO, 2012), com capacidade de ser utilizada por um longo período (FERRANNINI, 1988; REIS, 2011; SOARES *et al.*, 2007), a calorimetria indireta é a técnica mais utilizada para analisar o GE durante a prática de atividades físicas.

#### 4.2 Exercício com restrição de fluxo sanguíneo (RFS)

A RFS, combinada com o treinamento físico, surgiu no Japão, há 50 anos e foi desenvolvida no contexto do *Kaatsu Training*, que tem como objetivo principal o aumento da massa muscular por meio de um treino de baixa intensidade, no qual, membros superiores ou inferiores estarão com o seu fluxo sanguíneo restringido por manguitos (SATO, 2005).

Em relação a sua metodologia, ainda não existe um consenso sobre a aplicação, duração e tipos de equipamentos (manguitos, torniquetes e elásticos) a serem utilizados durante o exercício com RFS (FAHS *et al.*, 2012). Porém, estudos demonstram que a RFS pode ser feita com os mais diversos equipamentos, tais como: manguitos de nylon ou elásticos, que mesmo assim, ocorrerá uma pressão sobre os membros exercitados (LOENNEKE *et al.*, 2013). Para que ocorra essa restrição, Fahs *et al.* (2012) relatam que, inicialmente, deve-se colocar manguitos ou bandagens na parte mais proximal do membro a ser exercitado, promovendo uma redução de fluxo sanguíneo arterial para o músculo, obstruindo o retorno venoso, e consequentemente promovendo a restrição vascular.

Funcionando por meio de uma série de mecanismos (LOENNEKE; WILSON; WILSON, 2010), tais como: ativação de fibras musculares de contração rápida, que são recrutadas de forma mais precoce do que em um exercício tradicional devido à falta de oxigenação no músculo exercitado; e tendo como maior destaque a acumulação metabólica (lactato sanguíneo, plasmático e das células musculares) que ajudam a aumentar o hormônio do crescimento (TAKARADA *et al.*, 2000), o treinamento com RFS pode ser utilizado em grupos muito heterogêneos, como mostra o estudo de Da Costa (2012), sinalizando que o treino de baixa intensidade combinado à RFS induz a hipertrofia e ganhos de força em pessoas em estado pós-operatório ou em programas de treinamento para jovens, idosos ou atletas.

Além de ganhos comprovados de força e hipertrofia, combinados com exercícios anaeróbios (TAKARADA; SATO; ISHII, 2002), estudos recentes (ABE *et al.*, 2010; ABE; KEARNS; SATO, 2006; MENDONCA *et al.*, 2014) mostram que o treinamento com RFS combinado com exercícios aeróbios também podem apresentar resultados significativos em diversas variáveis, como por exemplo: 1) aumento da capacidade aeróbia em homens fisicamente ativos utilizando um treino com intensidade de 40% do VO<sub>2</sub> máximo (ABE *et al.*, 2010); 2) aumento do GE e VO<sub>2</sub> em homens e mulheres jovens sem histórico de doenças cardiovasculares ou metabólicas (LOENNEKE *et al.*, 2011) e; 3) até mesmo hipertrofia utilizando um treino de caminhada lenta a 50m/min (ABE; KEARNS; SATO, 2006) em homens jovens e fisicamente ativos.

#### 4.3 A termografia infravermelha (TI)

O corpo humano possui um controle termoregulatório por meio de mecanismos que favorecem a troca de calor com o ambiente, buscando um equilíbrio térmico que preserve a temperatura corporal central (TCC) baseada na TP que é dependente de fatores como umidade e temperatura ambiente (ROMANOVSKY, 2007; SHIBASAKI *et al.*, 2006) e, por isso, a regulação da circulação cutânea é um importante componente da termorregulação humana, pois durante o período de estresse térmico, um aumento do fluxo sanguíneo estimula a elevação da TP e da TCC. Em ambientes termicamente neutros, a pele recebe aproximadamente 500 ml ou, de 5 a 10% do débito cardíaco, enquanto que em condições de estresse térmico até 8 litros por minuto, ou seja, 50 a 70% do débito cardíaco podem ser deslocados para a pele. Sendo assim, o reflexo termoregulatório

ajusta o fluxo sanguíneo para a pele durante exposição ao calor, frio e/ou exercício (MOREIRA, 2011).

A TI é uma técnica com cerca de 60 anos de existência (GARAGIOLA; GIANI, 1990), e segundo Ferreira *et al.* (2008) e Hildebrandt, Raschner e Ammer (2010), é um método não invasivo utilizado para registrar gradientes e padrões térmicos corporais por meio de uma câmera termal que recebe e processa a radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo. Todavia, apesar de sua praticidade e eficácia, necessita de uma série de cuidados e especificidades para sua correta utilização, como por exemplo: controle da temperatura e umidade do ambiente, além da aclimação dos sujeitos (MOREIRA *et al.*, 2017).

Sendo utilizada como ferramenta, em nível experimental, nos estudos da atividade física, esporte e reabilitação por ser considerada um método seguro, não invasivo, de alta resolução, sem contraindicações, e que de acordo com Brioschi *et al.* (2001), é capaz de analisar alterações musculoesqueléticas e/ou vasculares, estimar a gravidade da lesão, como também controlar a evolução, tanto da doença quanto do tratamento.

A análise termográfica é um ótimo indicador de lesões em atletas de várias modalidades que está sendo utilizada de forma confiável no auxílio de exames clínicos na área da medicina esportiva, pois quando a estrutura musculoesquelética está sob estresse, ocorrem alterações da temperatura que se caracterizam por hiper ou hiporradiação, indicando risco de lesão ou lesão estabelecida (BANDEIRA *et al.*, 2012; HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010). Ela, também, tem sido usada de forma preventiva, como mostra o estudo de Salvaio *et al.* (2011), que utilizou a TI para mapear o aumento da temperatura em ciclistas durante a pedalada, podendo assim identificar um possível risco de lesão em MMII.

Além de auxiliar na identificação e prevenção de lesões (BANDEIRA *et al.*, 2012; HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010; SALVAIO *et al.*, 2011), a TI também é utilizada na análise de outras variáveis, em diversos grupos populacionais relacionados a área esportiva, como no estudo da correlação entre a postura, o desempenho e TP, realizada por Neves *et al.* (2016), em mulheres não treinadas, ou até mesmo na análise de fatores fisiológicos e de desempenho em modalidades esportivas específicas (HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010; HILDEBRANDT *et al.*, 2012), como o futebol (MARINS *et al.*, 2014), ou handebol (CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2010), mostrando que a termografia pode fornecer

informações sobre o nível de aptidão física de determinado atleta, mediante medida indireta do consumo de oxigênio relacionado com a temperatura.

## 5. MATERIAIS E MÉTODO

### 5.1 Desenho do Estudo

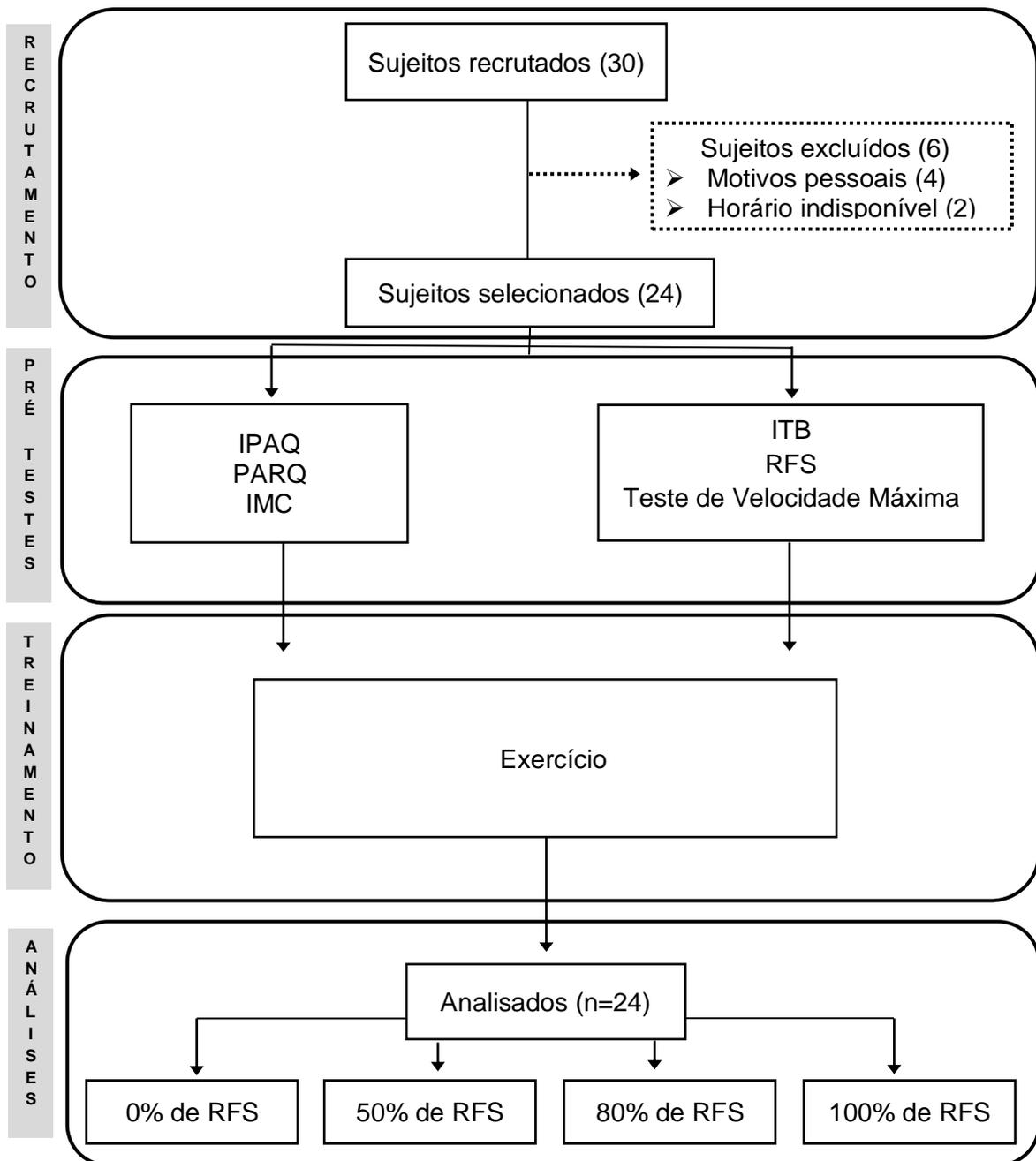
O delineamento da pesquisa é de cunho quase-experimental (SOUSA; DRIESSNACK; MENDES, 2007) com 4 medições repetidas em condições diferentes, no delineamento *cross over*.

O estímulo experimental consiste na aplicação da RFS em 4 níveis distintos: 1º) sem RFS; 2º) 50 % de RFS (restrição média); 3º) 80 % de RFS (restrição alta) e; 4º) 100 % de RFS (restrição total), no qual os sujeitos serão controles deles mesmos, ao fazerem, em uma dessas 4 semanas, o treino sem a RFS.

### 5.2 Amostra

A amostra foi composta por 24 sujeitos que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: 1) jovens [18–30 anos] e saudáveis; 2) gênero masculino; 3) sem presença ou histórico de doenças cardiovasculares ou osteomioarticulares nos membros inferiores; 4) responderam negativamente ao *Physical Activity Readiness Questionnaire* - PAR-Q (LOPES *et al.*, 2012); 5) apresentaram Índice Tornozelo Braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30 (GIOLLO JÚNIOR; MARTIN, 2010); 6) respondessem o questionário IPAQ (MATSUDO *et al.*, 2001) e comprovassem que fizessem no mínimo 150 minutos de atividades físicas semanais em uma intensidade mínima moderada há pelo menos 3 meses ou mais.

No entanto, foram excluídos do estudo, os sujeitos que: 1) faltaram a uma das avaliações; 2) se lesionaram durante o estudo e; 3) não conseguiram se adaptar ao treinamento proposto. Na fase de recrutamento, teve-se uma perda amostral de 6 sujeitos (4 por motivos pessoais e 2 por não terem horário disponível para pesquisa).



**Figura 1** – Fluxograma da seleção amostral

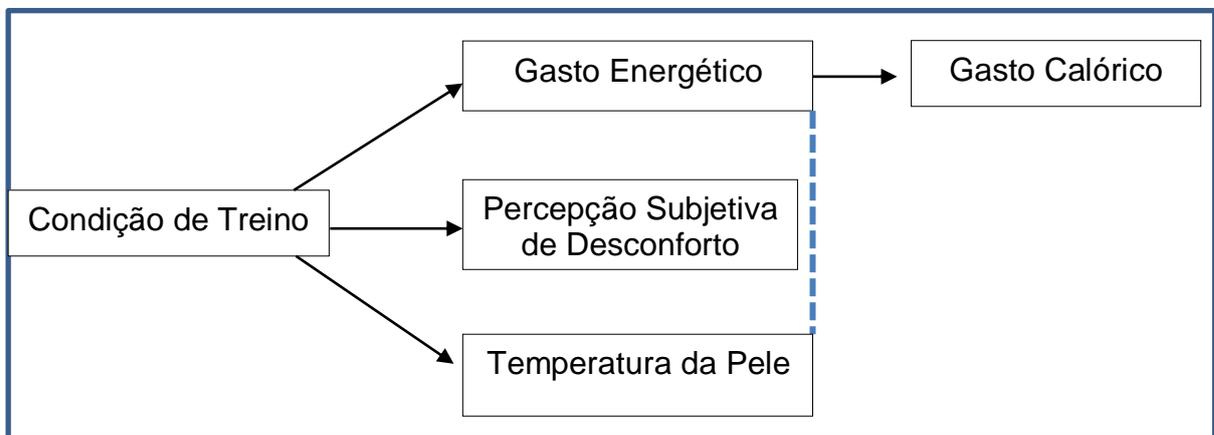
Para o cálculo amostral foi utilizado o *software* G\* Power 3.1.0 e os procedimentos seguiram as recomendações de Beck (2013). A priori, foi adotado um poder estatístico de 80% considerando um nível de significância de 5%; coeficiente de correlação de 0,5; correção de não esfericidade de 1; e um tamanho de efeito de 0,25. Com estes parâmetros se obteve um  $n = 24$  sujeitos, baseado em 4 medidas (repetidas). Esta análise foi realizada para reduzir a probabilidade de erro do tipo II (erro  $\beta$ ) e para determinar o número mínimo de sujeitos necessários para

esta investigação. Assim, o tamanho da amostra será suficiente para fornecer 81,7% de poder estatístico.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPB (CEP/CCS/UFPB) conforme protocolo no 072/17 e CAAE: 649660017.9.0000.5188, e todos os sujeitos, após serem informados sobre os possíveis riscos, desconfortos e benefícios gerados pela pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com sua participação na mesma de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS - Brasil) e declaração de Helsinki.

### 5.3 Variáveis e Instrumentos de Pesquisa

O estudo foi realizado no Laboratório do Estudo do Equilíbrio, Dinamometria e Eletromiografia (LEEDE) e Laboratório de Termografia (LabTerm) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). De acordo com o objetivo da pesquisa foram levantadas as seguintes variáveis: condição de treino, GE (gasto calórico) e TP e a PSD, representado pelo modelo causal a seguir.



**Figura 2** – Diagrama de trajeto causal do estudo

### 5.4 Procedimentos para coleta de dados

1ª Etapa: Inicialmente foram realizadas medidas de estatura e massa corporal. A estatura foi realizada num estadiômetro (Sanny – Brasil) no qual os sujeitos ficaram em pé, com o corpo mais alongado possível e a cabeça posicionada no plano de *Frankfurt*. Posteriormente, eles foram orientados a subir, descalços, sobre uma balança eletrônica (*Soehnle* – Alemanha) mantendo-se imóveis, para

mensuração da massa corporal e, a partir destas duas medidas, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) dos sujeitos.

Após a realização do IMC, foi feito o ITB e a mensuração da RFS de MMII, dos sujeitos, com o auxílio de um *Doppler* vascular (modelo DV-610B, Medmega, SP/Brasil). O ITB foi aferido com o aparelho *Doppler* vascular portátil (modelo DV-610B, Medmega, SP/Brasil) e um esfignomamômetro (Premium, China). Para isso, os sujeitos, com vestimentas adequadas (camisetas e calção) se posicionaram em decúbito dorsal, sobre uma maca, e após 10 minutos de repouso ocorreu à verificação da pressão arterial sistólica (PAS) máxima nos braços e tornozelos direito e esquerdo.

A PAS dos membros superiores (MMSS) foi realizada por meio de manguitos localizados na região proximal do braço, com o *cuff* no trajeto da artéria braquial, enquanto que, nos membros inferiores (MMII), os manguitos foram colocados nos tornozelos com o *cuff* no trajeto da artéria tibial posterior ou pediosa. Após se obter os valores da PAS dos MMII (PAS<sub>t</sub> = PAS do tornozelo) e MMSS (PAS<sub>b</sub> = PAS do braço), direito e esquerdo, foi aplicada para o cálculo do ITB a seguinte fórmula:  $ITB = (PAS_t / PAS_b)$ . A medida foi feita apenas uma vez e foram considerados aptos a participar do estudo, os sujeitos que tivessem o ITB entre 0,91 e 1,30 que representa uma ausência de risco de doença aterosclerótica (GIOLLO JÚNIOR; MARTIN, 2010).

Para mensuração da RFS os sujeitos inicialmente repousaram por 10 minutos, em decúbito dorsal, numa maca, e em seguida foram colocados manguitos na parte mais proximal da coxa direita e esquerda, e inflados até que o fluxo sanguíneo fosse totalmente restringido, comprovado pela ausculta realizada na artéria tibial posterior ou pediosa.

Posteriormente, foi aplicado um teste de esteira com o objetivo de obter a velocidade máxima do sujeito, para que, a *posteriori*, se pudesse estabelecer 40% da sua velocidade máxima. No teste, os sujeitos iniciaram a caminhada a 3 km/h, com a esteira mantida a 1% de inclinação, e a cada minuto foi aumentado 1 km/h, até a exaustão total do sujeito (PRADO *et al.*, 2015)

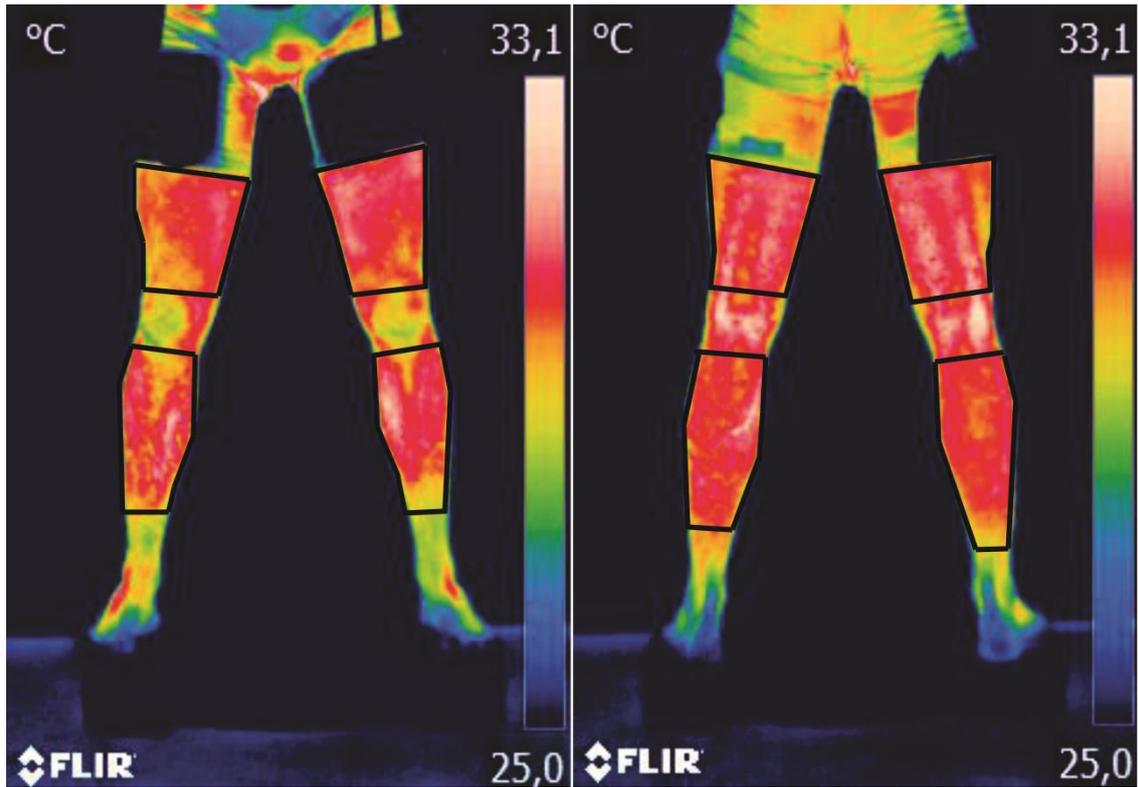
2ª Etapa: Em seguida, para captura das imagens termográficas, os sujeitos foram instruídos a se alimentar, no máximo, até duas horas antes da avaliação, abster-se de bebidas alcoólicas, estimulantes, vasodilatadoras, termogênicas, ou quentes, medicações, não praticar qualquer tipo de exercício físico vigoroso 24

horas antes da avaliação, além de não aplicar loção hidratante ou qualquer produto semelhante na área do corpo a ser avaliada.

Eles, também, foram orientados quanto às medidas preparatórias para realização da TI, devendo, antes do exame, permanecerem em repouso, por 15 minutos, em bipedestação, numa sala com temperatura ambiente entre 22 e 24°C e umidade relativa do ar  $\cong$  50% monitoradas com auxílio de um termohigrômetro (Oregon Scientific, WMR86, China).

Para o registro termográfico, a câmera foi fixada, sobre um tripé, a 2,6 m de distância e regulada na altura das coxas de cada sujeito ( $\cong$ 0,95 m), em posição ortostática, sobre um *step*, e foram fotografados na visão anterior e posterior. A TI foi realizada em uma sala iluminada com luzes de LED, sem incidência direta do fluxo de ar sobre o sujeito, antes (T0), imediatamente após (T1), e 24 horas (T2) após aplicação do protocolo de exercício (SILVA *et al.*, 2017).

As imagens foram registradas em uma câmera termográfica (FLIR Systems – T360, Suécia), programada com os seguintes parâmetros: sensibilidade de 0,05° C, resolução de 320 x 240 *pixels*, frequência de aquisição de 30Hz, um range espectral de 7 a 13  $\mu$ m, numa faixa de captura imagens com temperaturas entre -20 e 120°C, com acurácia de  $\pm$  2%, fusão na imagem, paleta arco-íris e, posteriormente, analisadas no *software* FLIR *ThermaCam Reporter - version 8.2.*, com base nos valores médios da temperatura da pele das imagens referentes às coxas e pernas dos sujeitos (Figura 3).



**Figura 3** – Delimitação das áreas analisadas na TI

3ª Etapa: Nesta fase todos os sujeitos foram submetidos às 4 condições experimentais: 1ª) 0% de RFS; 2ª) 50% de RFS; 3ª) 80% de RFS; e; 4ª) 100% de RFS; com intervalo de uma semana entre elas (Quadro 1).

**Quadro 1** - Procedimentos e etapas da pesquisa

Pré-Testes 1ª Semana		Exercício	Exercício	Exercício	Exercício
		1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana
1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase			
PAR-Q	IMC	1ª Condição Experimental	2ª Condição Experimental	3ª Condição Experimental	4ª Condição Experimental
IPAQ	Mensuração do ITB e da RFS				
	Teste de Velocidade				

Para controlar possíveis efeitos posicionais foi aplicada uma aleatorização dos sujeitos usando o site [www.randomization.com](http://www.randomization.com), onde, cada sequência contou com 6 sujeitos, distribuídos nas 4 sequências a seguir (Tabela 1):

**Tabela 1** – Aleatorização das sessões de treinos

Sessões de Treino	Sequência 1	Sequência 2	Sequência 3	Sequência 4
1	0%	50%	80%	100%
2	50%	100%	0%	80%
3	80%	0%	100%	50%
4	100%	80%	50%	0%

### 5.5 Processo de avaliação

Para o treinamento, os sujeitos tiveram o fluxo sanguíneo restringido, por manguitos, na região mais proximal da coxa, de ambos os MMII, e em seguida caminharam por 5 vezes, numa esteira elétrica (modelo Embreex 800 AL-0, Brasil), a 40% da sua velocidade máxima (km/h), com uma duração de 2 minutos, cada série, e 1 minuto de descanso entre elas, totalizando assim, 14 minutos de teste, de acordo com o protocolo (modificado) de Abe, Kearns e Sato (2006).

Ao final de cada sessão de treino foi medido o desconforto do sujeito por meio de uma escala verbal e analógica proposta por Nieman *et al.* (2006), classificada da seguinte forma: 7 (muito, muito leve), 9 (muito leve), 11 (razoavelmente leve), 13 (um pouco pesado), 15 (pesado), 17 (muito pesado), e 19 (muito, muito pesado).

De forma simultânea ao treino, foi realizada a coleta de dados de gastos energéticos (calorias) por meio do analisador de gases K4b2 (Cosmed - Itália). O aparelho foi colocado nos sujeitos da forma recomendada pelo manual do mesmo e, automaticamente, durante o exercício, ele fornecia os resultados do gasto energético dos 4 níveis de RFS analisados (0, 50, 80 e 100%).

### 5.6 Análise estatística

Para a análise dos dados foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – 20.0). No caso do GE foi usada uma ANOVA de medidas repetidas com 4 níveis de RFS (0, 50, 80 e 100%), e para análise termográfica, uma ANOVA de medidas repetidas, avaliando: 1) 4 níveis de RFS (0, 50, 80 e 100%), 2) temperatura corporal em 3 momentos (pré-exercício, imediatamente e 24h pós-

exercício) e; 3) áreas anatômicas (coxas e pernas).

Como pré-requisitos da ANOVA de medidas repetidas foram testadas a esfericidade (*Mauchly*) e a normalidade das distribuições dos dados (Shapiro-Wilk), considerando um  $P \leq 0,05$  para todas as comparações.

## REFERÊNCIAS

- ABE, T. et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO<sub>2</sub>max in young men. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 9, n. 3. p. 452-458, 2010.
- ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO, Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, kaatsu-walk training. **Journal of Applied Physiology**. v. 100, n. 5, p. 1460-1466, 2006.
- ANICETO, R. **Métodos de treinamento com pesos em circuito e tradicional têm similar efeito no gasto energético total**. 2012. 67f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, Universidade de Pernambuco/ Universidade Federal da Paraíba, Recife, 2012.
- BANDEIRA, F. et al. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 20, n. 1, p. 59-64, 2014.
- BANDEIRA, F. et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 18, n. 4, p. 246-251, 2012.
- BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength Condition Research**. v. 27, n. 8, p. 2323–2337, 2013.
- BRIOSCHI, M. L. et al. Termografia infravermelha computadorizada: uma nova ferramenta na quantificação da resposta fisioterapêutica. **Fisioterapia em Movimento**. v. 14, n. 2, p. 43-46, 2001.
- CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. F.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**. v. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.
- CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. **Journal of Thermal Biology**. v. 35, n. 8, p. 379–385, 2010.
- COSTA, G. P. N. da. et al. Efeitos da oclusão vascular parcial no ganho de força muscular. **Acta Fisiátrica**. v. 19, n. 3, p.192-197, 2012.
- DONNELLY, J. E. et al. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 41, n. 2, p. 459-471, 2009.
- FAHS, C. A. et al. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. **Journal of Trainology**. v. 1, n. 1, p. 14-22, 2012.
- FERRANNINI, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. **Metabolism**. v. 37, n. 3, p. 287-301, 1988.

FERREIRA, J. J. et al. Exercise-associated thermographic changes in young and elderly subjects. **Annals of Biomedical Engineering**. v. 36, n. 8, p.1420-1427, 2008.

GARAGIOLA, U.; GIANA, E. Use of telethermography in the management of sports injuries. **Sports Medicine**. v. 10, n. 4, p. 267-72, 1990.

GIOLLO JÚNIOR, L. T.; MARTIN, J. F. V. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. **Revista Brasileira de Hipertensão**. v. 17, n. 2, p.117-118, 2010.

HENDERSON, K. A.; AINSWORTH, B. E. Physical activity and human development among older native american women. **Journal of Aging and Physical Activity**. v. 9, n. 3, p. 285-299, 2001.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**. v. 10, n. 5, p. 4700-4715, 2010.

HILDEBRANDT, C. et al. **The application of medical infrared thermography in sports medicine**. ZASLAV, K. R. (Ed.) An international perspective on topics in sports medicine and sports injury, InTech, Rijeka, 2012.

LOENNEKE, J. P. et al. Effect of cuff type on arterial occlusion. **Clinical Physiology and Functional Imaging**. v. 33, n. 4, p. 325-327, 2013.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G. J.; WILSON, J. M. A mechanistic approach to blood flow occlusion. **International Journal of Sports Medicine**. v. 31, n. 1, p. 1-4, 2010.

LOENNEKE, J. P. et al. The energy requirement of walking with restricted blood flow. **Sport Science**. v. 4, n. 2, p. 7-11, 2011.

LOENNEKE, J. P.; PUJOL, T. J. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. **Strength & Conditioning Journal**. v. 31, n. 3, p. 77-84, 2009.

LOPES, L. M. et al. Validação de dois questionários para a avaliação da atividade física em adultos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 18, n. 3, p. 317-331, 2012.

MARINS J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. **Revista Andaluza de Medicina de Deporte**. v. 7, n. 1, p. 1-6, 2014.

MATSUDO, S. et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 6, n. 2, p. 6-18, 2001.

MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: Revisando o impacto das principais variáveis. **Revista Brasileira da Medicina do Esporte**. v. 10, n. 2, p. 122-130, 2004.

MELO, C. M.; TIRAPEGUI, J.; RIBEIRO, S. M. L. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 3, p. 452-464, 2008.

MENDONCA, G. V. et al. Effects of walking with blood flow restriction on excess post-exercise oxygen consumption. **International Journal of Sports Medicine**. 2015. doi: 10.1055/s-0034-1395508.

MIRANDA, E. P.; RABELO, H. T. Efeitos de um programa de atividade física na capacidade aeróbia de mulheres idosas. **Movimentum - Revista Digital de Educação Física**. v. 1, n. 1, p. 1-13, 2006.

MOREIRA, D. G. et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. **Journal of Thermal Biology**. v. 69, p. 155-162, 2017.

MOREIRA, M. L. **Termografia corporal em repouso de homens e mulheres**. Viçosa, 2011. f. 92. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa.

NAKAJIMA, T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. **International Journal of KAATSU Training Research**. v. 2, n. 1, p. 5-13, 2006.

NEVES, E. B. Correlation between skin temperature and heart rate during exercise and recovery, and the influence of body position in these variables in untrained women. **Infrared Physics & Technology**. v. 75, p. 70-76, 2016.

NIEMAN, D. C. et al. Ibuprofen use, endotoxemia, inflammation, and plasma cytokines during ultramarathon competition. **Brain, Behavior and Immunity**, v. 20, n. 6, p. 578–84, 2006.

OZAKI, H. et al. Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. **Journal of Gerontology**. v. 66, n. 3, p. 257–263, 2011.

PRADO, W. et al. Effect of a 12-week low vs. high intensity aerobic exercise training on appetite-regulating hormones in obese adolescents: a randomized exercise intervention study. **Pediatric Exercise Science**. v. 27, n. 4, p. 510-517, 2015.

PLOWMAN, A.; SMITH, D. **Exercise physiology for health, fitness, and performance**. 3 ed. Baltimore: Wolters Kluwer, 2011.

REIS, V. M. Gasto energético, custo energético aeróbio e custo energético anaeróbio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 13, n. 6, p. 484-487, 2011.

ROMANOVSKY, A. A. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. **American Journal Physiology**. v. 92, n. 1, p. 37-46, 2007.

SATO, Y. The history and future of KAATSU training. **International Journal of KAATSU Training Research**. v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.

SHARKEY, B. J. **Condicionamento físico e saúde**. 4 ed., Porto Alegre: Artmed, 1998.

SHIBASAKI, M.; WILSON, T. E.; GRANDALL, C. G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 100, n. 5, p. 1692-1701, 2006.

SALVAIO, C. L. et al. Qualitative evaluation of physical effort in bass drum pedal drive by thermography. **Science and Technology**. v. 1, n. 1, p. 1-6, 2011.

SILVA, Y. A. Skin temperature changes after exercise and cold water immersion. **Sport Sciences for Health**. v. 13, n. 1, p. 195-202, 2017.

SOARES, F. V. M. et al. Indirect calorimetry: a tool to adjust energy expenditure in very low birth weight infants. **Jornal de Pediatria**. v. 83, n. 6, p. 567-570, 2007

SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. Revisão dos desenhos e de pesquisa relevantes para enfermagem. Parte 1: desenhos de pesquisa quantitativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 15, n. 3, p. 502-507, 2007.

TAKARADA, Y. et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**. v. 8, n.1, p. 61-65, 2000.

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**. v. 86, n. 4, p. 308–314, 2002.

TAN, J. H.; ACHARYA, R. U.; CHEE, C. Infrared thermography on ocular surface temperature: a review. **Infrared Physics & Technology**. v. 52, n. 4 , p. 97–108, 2009.

TEIXEIRA, E. L.; HESPANHOL, K. C.; MARQUEZ, T. B. Efeito do treinamento resistido com oclusão vascular em idosas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 6, n. 36, p. 560-568, 2012.

WANG, X.; PROUD, C. The mTOR pathway in the control of protein synthesis. **American Physiological Society**. v. 21, n. 5, p. 362-369, 2006.

## ARTIGOS

### 6.1 Artigo 1

**Revista:** Journal of Sports Science and Medicine

**Qualis CAPES:** A2

**Fator de Impacto:** 1.797

### EFEITO DE DIFERENTES PERCENTUAIS DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE O GASTO ENERGÉTICO EM SUJEITOS JOVENS E SAUDÁVEIS

Pfeiffer P. S.<sup>1</sup>, Cirilo-Sousa M. S.<sup>2</sup>, Santos H. H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física, Grupo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0001-7687-0692;

<sup>2</sup> Profissional de Educação Física – Professora do Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0001-5566-3248;

<sup>3</sup>Fisioterapeuta e Profissional de Educação Física – Professor do Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0003-3951-8344.

#### **Autor para correspondência:**

Patrick Alan de Souza Pfeiffer

Rua Jayme Carvalho Tavares de Melo, 1637, Ed. Siryus, Manaíra, Joao Pessoa-PB-Brasil. CEP: 58038-260.

E-mail: patrickpfeiffer\_13hotmail.com

## Efeito de Diferentes Percentuais de Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) Sobre o Gasto Energético e o Desconforto em Sujeitos Jovens e Saudáveis

### Resumo

**Objetivo:** Analisar o efeito de diferentes níveis de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre o gasto energético (GE) e a percepção subjetiva de desconforto (PSD), durante o exercício aeróbio. **Método:** Foram analisados 24 homens ( $23,9 \pm 2,6$  anos;  $78,5 \pm 12,3$  kg;  $1,78 \pm 0,07$  m;  $IMC = 24,7 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>), fisicamente ativos, submetidos a uma caminhada de 14 minutos, na esteira, a 40% da velocidade máxima, com 4 percentuais distintos de RFS (0, 50, 80 e 100%) nos membros inferiores (MMII), uma vez por semana, durante 4 semanas, com intervalo de 7 dias entre as avaliações. De forma simultânea ao exercício, foi realizada a coleta de dados do GE (kcal) por meio de um analisador de gases (K4). Os dados foram analisados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – 20.0), para comparar os valores do GE e da PSD nas 4 condições de RFS (0; 50; 80 e 100%). Para tanto, foram realizados os testes de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, seguido pelo *post hoc* com correção de *Bonferroni*, considerando um  $P \leq 0,05$  em todas as comparações. **Resultados:** Houve aumento significativo do GE a 50, 80 e 100% de RFS ( $P < 0,001$ ), comparadas à condição sem RFS (0%), e entre as condições 50 e 100% ( $P < 0,001$ ), entretanto, entre 50 e 80% e 80 e 100% da RFS, não ocorreram diferenças ( $P > 0,05$ ). O desconforto apresentou um aumento significativo ( $P < 0,001$ ), de acordo com aumento do nível de RFS. **Conclusão:** No exercício de caminhada, com RFS, o GE aumentou de forma gradual até atingir 50% do nível de RFS, ficando estabilizado após este patamar. Mostrando assim, que, quando se realiza exercícios aeróbios com RFS, não há necessidade de se utilizar níveis de RFS acima de 50% de RFS para alcançar um GE máximo, considerando ainda, que o desconforto aumentou de forma mais elevada que o GE até os 100% de RFS.

Estudo anexado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sob o número: RBR-3XHSJX

**Palavras-chave:** Exercício Aeróbio; Oclusão Terapêutica; Metabolismo Energético; Consumo de Oxigênio; Exercício.

## Introdução

O exercício físico pode ser definido como uma subcategoria da atividade física que possui alguns elementos em comum, como por exemplo: gasto energético (GE) e movimentos corporais, mas com diferenças, pois ao contrário da atividade física o exercício é planejado, estruturado e repetido com determinado objetivo (Carpesen et al., 1985), e de acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM), é necessária uma prática mínima de 150 minutos/semana, em uma intensidade de moderada a alta, para que haja diminuição do risco de doenças crônicas ou de obesidade, e conseqüentemente, melhora na saúde do indivíduo (Donnelly et al., 2009).

Todavia, existem grupos populacionais (obesos, idosos, pós-cirúrgicos), que são impossibilitados de praticar atividades ou exercícios físicos em intensidade até mesmo moderada. Sendo assim, se procura alternativas viáveis que possam servir para esses grupos, e para a população com um todo. E uma dessas alternativas, é o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS), que tem como objetivo, o aumento da força e da massa muscular por meio de um treino de baixa carga, no qual os membros superiores (MMSS) ou inferiores (MMII) do sujeito estarão com o seu fluxo sanguíneo restringido de forma parcial ou total, por meio de manguitos (Sato, 2005).

Funcionando por meio de uma série de mecanismos, tais como: ativação de fibras musculares, a sinalização da rapamicina alvo, e tendo como maior destaque a acumulação metabólica (Loenneke et al., 2010), o treinamento de baixa carga, com RFS, pode trazer ganhos de trofismo semelhante ao treinamento resistido de alta carga (Horiuchi e Okita, 2012), podendo ser utilizado nos mais diversos grupos populacionais, como por exemplo, pessoas em estado pós-cirúrgico ou em programas de treinamento para obesos e idosos (Da Costa 2012).

Além de ganhos comprovados de força e hipertrofia, combinados com exercícios anaeróbios (Takarada et al., 2011), estudos recentes (Abe et al., 2010; Abe et al., 2006; Mendonca et al., 2014) mostram que o treinamento com RFS, de baixa carga, combinado com exercícios aeróbios também trazem melhoras fisiológicas significativas aos seus praticantes, como aumento da capacidade aeróbia, em homens fisicamente ativos em curto tempo (Abe et al., 2010); do GE e VO<sub>2</sub> em homens e mulheres (Loenneke et al., 2011) ou até mesmo do trofismo utilizando um treino de caminhada (Abe et al., 2006), porém, a literatura, ainda, não

apresentou resultados de estudos sobre o GE em função de níveis progressivos de RFS. Outra variável de grande interesse em relação à RFS e exercício físico é a PSD durante o treino, pois envolve diretamente a praticidade e aplicabilidade dessa técnica (RFS). Alguns estudos (Kumagai et al., 2012; Clarkson et al., 2017), já demonstram que o esforço sentido durante o treinamento com RFS combinado com exercício aeróbio, é maior do que em treinos tradicionais de forma significativa. Entretanto, nenhum desses estudos analisou o desconforto propriamente dito.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de diferentes níveis de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre o gasto energético (GE) e a PSD, durante o exercício aeróbio.

## **Método**

### *Desenho do estudo*

De acordo com Sousa et al. (2007), a pesquisa foi de cunho quase-experimental com 4 medições repetidas, em condições diferentes, e de delineamento *cross over*.

### *Amostra*

Participaram do estudo, 24 homens, jovens e saudáveis (23,9±2,6 anos; 78,5±12,3 kg; 1,78±0,07 m; IMC = 24,7±2,4 kg/m<sup>2</sup>), que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: 1) sem histórico de doenças osteomioarticulares nos membros inferiores; 2) responderam negativamente ao *Physical Activity Readiness Questionnaire* - PAR-Q (Lopes et al., 2012); 3) apresentaram Índice Tornozelo Braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30 (Giollo Júnior e Martin, 2010); 4) realizavam ≥ 150 minutos de atividades físicas moderadas, por semana, há ≥ 3 meses; e 5) participaram da pesquisa de forma voluntária. No entanto, foram excluídos do estudo, os sujeitos que: 1) faltaram a uma das avaliações; 2) que se lesionaram durante o estudo e; 3) não conseguiram se adaptar ao treinamento proposto.

Após o estudo ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde (CEP/CCS/UFPB), sob protocolo nº 072/2017 e CAAE: 649660017.9.0000.5188, todos os indivíduos foram informados sobre seus possíveis riscos, desconfortos e benefícios e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com base na resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS - Brasil) e declaração de Helsinkí.

### *Pré-Testes*

O treinamento realizado ocorreu durante 4 semanas divididas em 5 sessões. Na 1ª sessão ocorreram os pré-testes, onde foram realizadas medidas de estatura e massa corporal. Para estatura os sujeitos ficaram em pé, com as costas alinhadas a um estadiômetro (Sanny – Brasil), com o corpo mais alongado possível e a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. Posteriormente, eles foram orientados a subir, descalços, sobre uma balança eletrônica (Soehnle – Alemanha) mantendo-se imóvel, para mensuração da massa corporal e, a partir destas duas medidas, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) dos sujeitos.

Após a realização do IMC, foi feito o ITB e a mensuração da RFS de membros inferiores dos sujeitos, com o auxílio de um *Doppler* vascular (modelo DV-610B, Medmega, SP/Brasil) e um esfignomamômetro (Premium, China). Para aferição do ITB os sujeitos utilizaram vestimentas adequadas (camisetas e calção), se posicionaram em decúbito dorsal, sobre uma maca, e após 10 minutos de repouso ocorreu à verificação PAS máxima nos braços e tornozelos direito e esquerdo. A PAS dos MMSS foi realizada com os manguitos localizados na região proximal do braço, com o *cuff* no trajeto da artéria braquial, enquanto que, nos MMII, os manguitos foram colocados nos tornozelos com o *cuff* no trajeto da artéria tibial posterior ou pediosa. Após se obter os valores da PAS dos MMII e MMSS (direito e esquerdo), foi aplicado o cálculo do ITB. A medida foi feita apenas uma vez e foram considerados aptos a participar do estudo, os sujeitos que tivessem o ITB entre 0,91 e 1,30 que representa uma ausência de risco de doença aterosclerótica (Giollo Júnior e Martin, 2010).

Para a mensuração da RFS de membros inferiores, os sujeitos inicialmente, também repousaram por 10 minutos, em decúbito dorsal numa maca, e em seguida foram colocados manguitos na parte mais proximal da coxa direita e esquerda, os quais foram inflados até que o fluxo sanguíneo fosse totalmente restringido, comprovado pela ausência de fluxo durante a ausculta realizada na artéria tibial posterior ou pediosa.

Posteriormente, foi aplicado um teste de esteira com o objetivo de obter a velocidade máxima do sujeito, para que, a *posteriori*, se pudesse estabelecer 40% da sua velocidade máxima. No teste, os sujeitos iniciaram a caminhada a 3 km/h, com a esteira tendo 1% de inclinação, e a cada minuto foi aumentado 1 km/h, até a exaustão total do sujeito (Prado et al., 2015).

Antes do início das sessões de treino, com o objetivo de controlar possíveis efeitos posicionais foi aplicada uma aleatorização dos sujeitos ([www.randomization.com](http://www.randomization.com)) onde, cada treinamento contou com 6 sujeitos, distribuídos em 4 sequências.

Antes de iniciar o protocolo de treino, os sujeitos foram instruídos a se alimentar, no máximo, até duas horas antes da avaliação, abster-se de bebidas alcoólicas ou quentes, medicações/bebidas estimulantes, vasodilatadoras ou termogênicas, e não praticar, qualquer tipo de exercício físico vigoroso, até 24 horas antes da avaliação.

#### *Protocolo de Treino*

Nas sessões 2, 3, 4 e 5 ocorreram os protocolos de treino, onde os sujeitos foram submetidos a 4 condições (caminhada com 0, 50, 80 e 100% de RFS).

Ao chegaram ao local do exercício, todos os sujeitos tiveram o fluxo sanguíneo restringido por manguitos, na região mais proximal da coxa, de ambos os membros inferiores, e em seguida caminharam 5 vezes, em esteira elétrica (modelo 800 AL-0 Embreex, Brasil), numa velocidade correspondente a 40% da sua velocidade máxima (km/h), com uma duração de 2 minutos, cada tentativa, e 1 minuto de descanso entre elas, totalizando assim, 14 minutos de teste, de acordo com o protocolo, modificado, de Abe et al. (2006).

Durante a caminhada os sujeitos foram orientados a segurar as alças laterais da esteira, para que uma possível mudança postural não pudesse influenciar nos resultados. A RFS foi mantida constante durante o exercício, e monitorada por meio dos manômetros acoplados aos manguitos, e imediatamente após o exercício, os manguitos foram desinflados para que o fluxo sanguíneo voltasse ao normal.

#### *Gasto Energético*

O GE foi coletado antes do exercício para analisar a taxa de metabolismo de repouso (TMR) e de forma simultânea ao exercício, sempre em um ambiente com temperatura controlada ente 20 e 22°C, por meio do analisador de gases *K4b2* (*Cosmed - Itália*), que foi colocado nos sujeitos da forma recomendada pelo manual do próprio aparelho, e forneceu o consumo de VO<sub>2</sub>L, que posteriormente foi transformado em kcal/min por meio da seguinte fórmula:  $\text{Kcal/Min} = \text{VO}_2\text{L} \times 5$ .

### Percepção de desconforto

Ao final de cada sessão de treino, imediatamente após a retirada da máscara do analisador de gases, foi medido o desconforto do sujeito no exercício, sempre pelo mesmo avaliador, por meio de uma escala verbal e analógica proposta por Nieman et al. (2006), e classificada de acordo com os seguintes escores: 7 (muito, muito leve), 9 (muito leve), 11 (razoavelmente leve), 13 (um pouco pesado), 15 (pesado), 17 (muito pesado), e 19 (muito, muito pesado).

### Análise Estatística

Os dados foram analisados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – 20.0). Inicialmente, foi realizado o teste de esfericidade (*Mauchly*), seguido pelos testes de *Shapiro-Wilk* (normalidade) respectivamente.

Posteriormente, foi feita uma análise descritiva dos 4 níveis (0; 50; 80 e 100%) de RFS e um teste de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas (*one way*) com correção de *Bonferroni*, considerando um  $P \leq 0,05$ , em todas as comparações.

## Resultados

**Tabela 1** - Caracterização das variáveis antropométricas, de velocidade máxima e da RFS da amostra

Medidas	Média±DP
Idade (anos)	23,9±2,6
Massa Corporal (kg)	78,5±12,3
Estatuta (m)	1,78±0,07
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,7±2,4
Velocidade Máxima (km/h)	14,2±1,7
ITB esquerdo (mmHg)	1,1±0,09
ITB direito (mmHg)	1,0±0,11
RFS total esquerda (mmHg)	135,2±17,5
RFS total direita (mmHg)	133,6±18,6

Legenda: kg = quilograma; m = metro; IMC = índice de massa corporal; kg/m<sup>2</sup> = quilograma por metro quadrado; ITB = índice tornozelo braquial; mmHg = milímetros de mercúrio; RFS = restrição de fluxo sanguíneo.

### Gasto Energético

**Tabela 2** – Comparação dos valores médios do GE por condição de RFS durante a caminhada

Percentual de RFS	Gasto Energético
<i>TM no Repouso</i>	
0%	8,4±1,7 kcal
50%	8,8±1,6 kcal
80%	8,7±1,6 kcal
100%	8,9±2,2 kcal
<i>TM no Exercício</i>	
0%	75,6±15,9 kcal
50%	89,7±15,8 kcal <sup>a,b</sup>
80%	94,9±14,8 kcal <sup>a</sup>
100%	96,1±12,1 kcal <sup>a,b</sup>

Legenda: kcal = quilocaloria; TM: Taxa de Metabolismo

Nota: a = diferença estatística ( $P < 0,001$ ) comparada a 0% RFS; b = diferença estatística ( $P < 0,002$ ) comparando 50 e 100% RFS

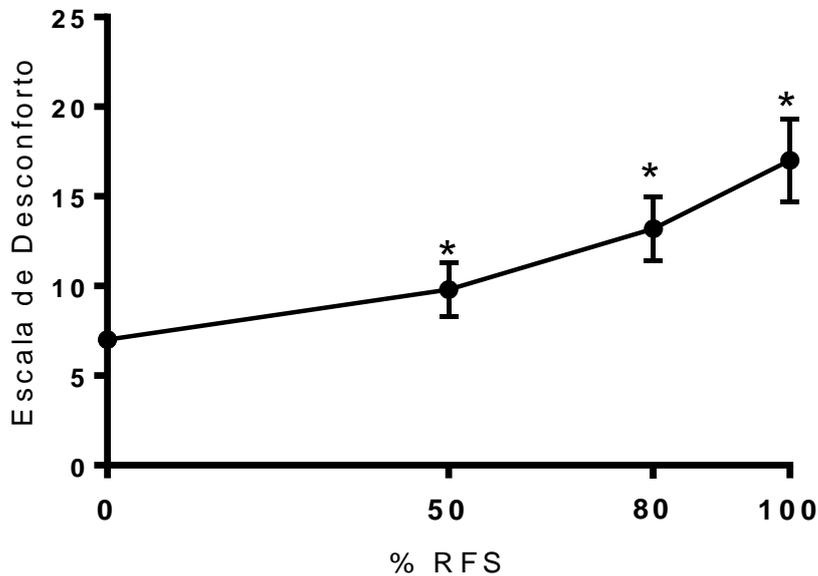
Como se pode ver na Tabela 2, não houve diferenças na Taxa de Metabolismo de Repouso (TMR) entre os níveis de RFS (0, 50, 80 e 100%) mostrando que os sujeitos iniciaram o exercício nas mesmas condições em todas as 4 sessões ( $P > 0,05$ ).

Em relação à taxa de metabolismo, no exercício, houve diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre as seguintes condições de RFS: 50, 80 e 100 comparadas a 0% e entre 50 e 100%). Os dados revelaram que durante o exercício, o GE aumentou de acordo com nível de RFS, mostrando um ganho percentual de 19, 26 e 27%, e uma diferença de 13,8; 19,3 e 20,5 kcal entre as condições de 50, 80 e 100% de RFS, respectivamente, comparadas a 0% de RFS. Além disso, o teste do efeito entre sujeitos mostrou um resultado altamente significativo ( $P < 0,001$ ) com um efeito  $\eta^2$  de 0,69 que determina 69% da variância do GE, mostrando assim uma alta influência dessa variável (RFS) sobre os resultados encontrados.

### Desconforto

De acordo com a Figura 1, houve um aumento progressivo (0 a 50% = 2,2; 50 a 80% = 3,4 e 80 a 100% = 3,9;  $P < 0,001$ ) dos níveis de desconforto durante o

exercício de caminhada, mostrando que quanto maior o percentual de RFS, maior também o nível de desconforto.



**Figura 1** – Desconforto sentido durante o exercício

Nota: (\*)  $P < 0,001$

## Discussão

Os resultados encontrados pelo presente estudo, mostram que o treino com RFS durante o exercício aeróbio, gerou um maior GE do que o treino sem RFS (tradicional), e que não é necessário utilizar altos níveis de RFS (80 ou 100%) para que esse GE seja significativo, mostrando assim que, uma intensidade média de RFS (50%), é suficiente para gerar um aumento significativo do GE em relação ao treino sem RFS.

Observando a literatura, esse foi o primeiro estudo que analisou a influência de diferentes níveis de RFS sobre o GE durante o exercício aeróbio, e teve como objetivo contribuir para o melhoramento da informação que envolve esse tipo de exercício, e sanar questionamentos sobre a relação entre o nível de RFS e o GE.

O aumento do GE encontrado no presente estudo, corrobora estudos anteriores (Abe et al., 2010; Loenneke et al., 2011; Mendonca et al., 2014), que também analisaram o GE ( $VO_2$  e/ou kcal/min) em exercícios aeróbios, em grupos com e sem RFS.

Utilizando-se do mesmo protocolo que o presente estudo, Abe et al. (2006), compararam, dentre outras variáveis, o consumo de  $VO_2$  (ml/min), de modo agudo,

com e sem RFS, em jovens saudáveis (n=18) e fisicamente ativos que caminharam na esteira elétrica em velocidade padrão de 50m/min. Os achados mostraram que a média do consumo de VO<sub>2</sub> foi maior no grupo com RFS ( $\geq 14\%$ ;  $P < 0,05$ ), comparado ao grupo sem RFS. Similarmente, no presente estudo, o consumo de VO<sub>2</sub> (representado em kcal) também foi maior (19, 26 e 27%) a depender do percentual de RFS utilizado (50, 80 e 100%, respectivamente).

Utilizando, também, o protocolo de Abe et al. (2006), Loenneke et al. (2011), compararam o GE no exercício de caminhada, em esteira, com e sem RFS, com homens e mulheres saudáveis, e encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo ( $P < 0,001$  para o GE), porém, os autores acima citados, padronizaram a velocidade da caminhada em 75m/min., para todos os participantes, e não controlaram o percentual da RFS utilizada, diferentemente do presente estudo que individualizou a velocidade da caminhada (40% da vel. máx.) e controlou os percentuais de RFS (0, 50, 80 e 100%). Apesar dessas diferenças metodológicas Loenneke et al. (2011) concluíram que, o exercício com RFS requer um maior esforço do seu praticante, e conseqüentemente um maior GE.

Mendonca et al. (2014), analisaram os efeitos crônicos do GE, em 17 homens, jovens e fisicamente ativos, que realizaram um treino de caminhada na esteira, com e sem RFS, também, de acordo com o protocolo de Abe et al. (2006), durante 2 sessões (exercício com e sem RFS). Os resultados encontrados demonstraram que, mesmo na fase de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC), quando utilizou a RFS, houve um maior GE (em kcal) comparada à condição sem RFS ( $P < 0,05$ ).

O aumento do GE no exercício aeróbio combinado com RFS, encontrado no presente estudo, pode ser explicado pela hipótese levantada por Yasuda et al. (2010), ao relatar que durante o exercício com RFS, ocorre uma redução de oxigênio e acúmulo metabólico intramuscular, causando assim um maior recrutamento dos neurônios aferentes III e IV, promovendo, assim, um maior recrutamento de fibras musculares tipo II.

Por outro lado, Sprick et al. (2015), que compararam o GE de 7 sujeitos jovens e fisicamente ativos, com e sem RFS, após uma hora de treinamento combinando 5 séries de agachamento (*squat*) até a exaustão (treinamento resistido), seguido por uma caminhada na esteira de 20 minutos com 40 a 70% do VO<sub>2</sub> máx, utilizando RFS progressiva (120 até 200 mmHg) nos membros inferiores, não

encontraram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) no GE entre as duas condições (com e sem RFS).

É possível que esses achados, não significativos, possam ter ocorrido pela combinação de um treinamento resistido (agachamento), com um treino aeróbio submáximo, produzindo, assim, uma demanda fisiológica diferente do exercício aplicado no presente estudo (apenas caminhada).

Com relação ao desconforto, o presente estudo analisou se o nível de RFS aplicado durante o exercício seria proporcional ao desconforto sentido por seu praticante, visando assim, observar a aceitabilidade e aderência desta técnica (RFS) como treino cotidiano. Os achados mostraram que o aumento do desconforto, foi proporcional ao do nível de RFS durante o exercício aeróbio.

Kumagai et al. (2012), analisaram 8 homens jovens que realizaram 30 minutos de exercícios aeróbios (bicicleta ergométrica), com e sem RFS nos membros inferiores, com intervalo de 48 horas entre as sessões e observaram um aumento da percepção subjetiva de esforço (PSE) por meio da escala de Borg (6 a 20 pontos), na sessão com RFS (13,5 pontos) comparada à sem RFS (10,4 pontos). Desta forma, os resultados do presente estudo, corroboram os achados de Kumagai et al. (2012), que apesar de terem analisado outra variável (esforço), também encontraram uma maior sensação desse fator com o treino de RFS em relação ao treino sem restrição.

Clarkson et al. (2017) também analisaram a PSE em idosos sedentários (com e sem RFS), de ambos os gêneros, durante 6 semanas de caminhada (4 km/h; em 24 sessões), por meio da Escala de Borg e, apesar de terem utilizado uma amostra diferente do presente estudo (idosos), também observaram que o grupo que realizou exercício com RFS teve uma maior PSE, comparado ao grupo sem RFS ( $P < 0,01$ ).

Nesse sentido, Kim et al. (2015), analisaram em 10 homens jovens e fisicamente ativos, os níveis de esforço e desconforto por meio da escala de Borg, em 3 protocolos de treinamento de ciclismo (exercício aeróbio de alta intensidade, de baixa intensidade com 60% e com 40% de RFS) e detectaram que os sujeitos sentiram um esforço maior nos exercícios de alta intensidade, sem RFS, comparados aos de média e baixa intensidade (60 e 40%), com RFS, e nenhuma diferença significativa foi observada em relação ao desconforto.

Esses resultados podem ter ocorrido pelo fato de que, o treinamento sem RFS, utilizou exercício com alta intensidade, ao contrário do que foi realizado no

presente estudo (exercício de baixa intensidade sem RFS), e no treinamento com RFS, foram utilizados médio e baixo níveis de restrição (60 e 40%), diferente do que foi realizado neste estudo, que utilizou níveis altos (80 e 100%) de RFS durante o treinamento realizado.

Em relação ao aumento do desconforto, proporcional ao aumento do nível de RFS, encontrado no presente estudo, pode ser explicado pelo aumento do lactato sanguíneo, e o acúmulo de metabólitos intramusculares durante o exercício com RFS, causando, assim, alterações no músculo exercitado e, conseqüentemente, aumentando a sensação de esforço ou desconforto durante o exercício (Kumagai et al., 2012).

Em vista dos resultados apresentados, o presente estudo possui algumas limitações, tais como: 1) a amostra composta por, apenas, homens jovens e fisicamente ativos e; 2) os exercícios terem sido realizados em ambiente de temperatura controlada e numa intensidade de 40% da velocidade máxima, não podendo, extrapolar seus resultados para outras populações fora desses parâmetros.

## **Conclusão**

Os resultados do presente estudo mostraram que, no exercício de caminhada com RFS dos MMII, a 40% da velocidade máxima, uma intensidade de 50% RFS foi suficiente para aumentar o GE em relação ao treino tradicional (sem RFS) e que o desconforto, foi proporcional a intensidade de RFS utilizada.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a todos os voluntários que participaram do estudo e aos membros dos laboratórios Labocine e LabTerm por toda assistência e ajuda prestadas.

## **Referências**

Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, **100**, 1460-1466.

Abe, T., Samaki, M., Fujita, S., Ozaki, H., Sugaya, M., Sato, Y., & Nakajima, T. (2010). Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh

muscle volume and VO<sub>2</sub>max in young men. *Journal of Sports Science and Medicine*, **9**, 452-458.

Caspersen, C. J., Powell, K. F., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, **100**, 126-131.

Clarkson, M. J., Conway, L., & Warmington, S. A. (2017). Blood flow restriction walking and physical function in older adults: a randomized control trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **17**, 1-20.

Da Costa, G. P. N., Moreira, V. P., Reis, A. C., Leite, S. N., & Lodovichi, S. S. (2012). Efeitos da oclusão vascular parcial no ganho de força muscular. *Acta Fisiátrica*, **19**, 192-197.

Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **41**, 459-471.

Giollo, L. T., & Martin, J. F. V. (2010). Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Revista Brasileira de Hipertensão*, **17**, 117-118.

Horiuchi, M., & Okita, K. (2012). Blood flow restricted exercise and vascular function. *International Journal of Vascular Medicine*, 1-17.

Kim, D., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Abe, T., & Bembem, M. G. (2015). The acute muscular effects of cycling with and without different degrees of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, **102**, 428–444.

Kumagail, K., Kurobe, K., Zhong, H., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Ogita, F., & Abe, T. (2012) Cardiovascular drift during low intensity exercise with leg blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, **99**, 392–399.

Loenneke, J. P., Trower, A. D., Balapur, A., Barner, J. T., & Pujol, T. J. (2011). The energy requirement of walking with restricted blood flow. *Sport Science*, **4**, 7-11.

Loenneke, J. P., Wilson, G. J., & Wilson, J. M. (2010) A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, **1**, 1-4.

Lopes., M. T., Osti., R. F., Ribeiro., E. H & Florindo., A. A (2012) Validação de dois questionários para a avaliação da atividade física em adultos. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, **3**, 317-331.

Mendonca, G. V., Vaz, J. R., Correia, P. P., & Fernhall, B. (2014). Effects of walking with blood flow restriction on excess post-exercise oxygen consumption. *International Journal of Sports Medicine*.

Nieman, D. C., Henson, D. A., Dumke, C.L., Oley, K., McAnutly, S. R., Davis, J.M., Murphy E. A., Utter A. C., Lind R. H., McAnulty L. S., & Morrow, J. D. (2006).

Ibuprofen use, endotoxemia, inflammation, and plasma cytokines during ultramarathon competition. *Brain, Behavior, and Immunity*, **20**, 578–84.

Prado W.L., Lofrano-Prado M. C., Oyama L. M., Cardel M., Gomes P. P., Andrade M. L., Freitas C. R., Balagopal P. & Hill J. O. (2015). Effect of a 12-week low vs. high intensity aerobic exercise training on appetite-regulating hormones in obese adolescents: a randomized exercise intervention study. *Pediatric Exercise Science*, **27**, 510-517.

Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, **1**, 1-5.

Sousa, V. D., Driessnack, M., & Mendes, I. A. C. (2007). Revisão dos desenhos e de pesquisa relevantes para enfermagem. Parte 1: Desenhos de pesquisa quantitativa. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, **15**, 502-507.

Sprick, J., Lloyd, R., & Eldridge J. (2015). The effects of vascular occlusion training on respiratory exchange ratio and energy expenditure when coupled with cardiovascular training. *International Journal of Exercise Science*, **8**, 57-64.

Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2011). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, **86**, 308–314.

Yasuda, T., Abe, T., Brechue, W.F., Iida, H., Takana, H., Meguro, Kurano, M., Fujita S., & Nakajima, T. (2010). Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism Clinical and Experimental*, **59**, 1510–1519.

## 6.2 Artigo 2

**Revista:** European Journal of Applied Physiology

**Qualis CAPES:** A1

**Fator de Impacto:** 2.130

### **ANÁLISE DA TEMPERATURA DOS MEMBROS INFERIORES DURANTE O EXERCÍCIO DE CAMINHADA COM DIFERENTES INTENSIDADES DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO EM ADULTOS JOVENS**

Pfeiffer P. S.<sup>1</sup>, Cirilo-Sousa M. S.<sup>2</sup>, Ferreira, J. J. A.<sup>3</sup>, Santos H. H.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Profissional de Educação Física - Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física, Grupo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0001-7687-0692;

<sup>2</sup>Profissional de Educação Física – Professora do Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0001-5566-3248;

<sup>3</sup>Fisioterapeuta – Professor do Curso de Fisioterapia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0002-4926-730X;

<sup>4</sup>Fisioterapeuta e Profissional de Educação Física – Professor do Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0003-3951-8344.

#### **Autor para correspondência:**

Patrick Alan de Souza Pfeiffer

Rua Jayme Carvalho Tavares de Melo, 1637, Edf. Siryus, Manaíra, João Pessoa-PB-Brasil. CEP: 58038-260.

E-mail: patrickpfeiffer\_13@hotmail.com

## **ANÁLISE DA TEMPERATURA CORPORAL DOS MEMBROS INFERIORES DURANTE O EXERCÍCIO DE CAMINHADA COM DIFERENTES INTENSIDADES DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO**

### **Resumo**

*Propósito:* O uso da Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) durante o exercício físico pode trazer diversas mudanças fisiológicas para o corpo humano, dentre elas, está à mudança da temperatura da pele (TP) durante o exercício. Sendo assim, esse estudo analisou as mudanças da TP dos membros inferiores (MMII) antes, imediatamente e 24h após o exercício de caminhada sem e com diferentes intensidades de RFS. *Métodos:* A amostra foi composta por 24 sujeitos do gênero masculino ( $23,9 \pm 2,6$  anos;  $78,5 \pm 12,3$  kg;  $1,78 \pm 0,07$  m;  $IMC = 24,7 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>), fisicamente ativos e com ITB entre 0,91 e 1,30. O exercício consistiu em uma caminhada de 14 minutos na esteira a 40% da velocidade máxima de cada sujeito, com 4 diferentes percentuais (0, 50, 80 e 100%) de RFS nos MMII, uma vez por semana, ao longo de 4 semanas, com intervalo de 7 dias entre elas. A TP foi coletada antes, imediatamente e 24h após o exercício por meio de uma câmera termográfica. *Resultados:* A TP dos MMII não sofreu alterações significativas ( $P > 0,05$ ) imediatamente e 24h após o exercício aeróbico, independentemente dos níveis de RFS (0, 50, 80 e 100%) utilizados, todavia houve diferença significativa entre as áreas anatômicas coxa e perna: sendo a temperatura das pernas, maior que a das coxas ( $P < 0,05$ ). *Conclusão:* Os resultados mostraram que o treino aeróbico, a 40% da sua velocidade máxima, com RFS em diferentes intensidades (50, 80 e 100%) não alteraram a TP dos MMII, de forma significativa, em sujeitos jovens e treinados.

Estudo anexado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sob o número: RBR-3XHSJX

**Palavras-chave:** Oclusão terapêutica, Alterações na temperatura corporal, Treinamento, Termografia, Exercício.

### **Abreviações**

ANOVA: Análise de Variância;

CNS: Conselho Nacional de Saúde

IMC: Índice de Massa Corporal

ITB: Índice de Tornozelo Braquial

MMII: Membros Inferiores

MMSS: Membros Superiores

PAR-Q: Physical Activity Readiness Questionnaire  
RFS: Restrição de Fluxo Sanguíneo  
ROIs: Região Objeto de Interesse  
TC: Temperatura Corporal  
TCC: Temperatura Corporal Central  
TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TI: Termografia Infravermelha  
TP: Temperatura da Pele  
VO2: Volume de oxigênio

## **Introdução**

A RFS é uma técnica que preconiza a utilização de baixas cargas de treino, na qual os membros superiores ou inferiores estarão com o seu fluxo sanguíneo restringido de forma parcial ou total, por meio de manguitos, e tem como objetivo o aumento da força e da massa muscular (Sato [2005](#)). Além de ganhos comprovados de força e hipertrofia quando combinados com o treinamento anaeróbio (Yasuda et al. [2005](#)), diversos estudos (Abe et al. [2006](#), [2010](#); Loenneke et al. [2011](#); Ozaki [2010](#)), já demonstram a eficácia da RFS, quando associada ao treinamento aeróbio, quanto ao aumento da capacidade cardiovascular, consumo de VO<sub>2</sub>, aumento da força muscular, das capacidades funcionais e do trofismo dos MMII nos mais diversos grupos populacionais.

Todavia, mesmo com tantos achados relacionados à RFS, ainda não se sabe o que acontece com a TP da área anatômica exercitada, durante e após o treinamento físico, ao ser submetida à RFS. Em condições normais, o corpo humano mantém uma temperatura média de limites estreitos entre 36° e 37,6°C (Camargo [2011](#)), e possui um controle termoregulatório por meio de mecanismos que favorecem a troca de calor com o ambiente, buscando um equilíbrio térmico que regula a temperatura corporal central (TCC) baseada na TP que é dependente de fatores como umidade e temperatura ambiente (Romanovsky [2007](#); Shibasaki et al. [2006](#)). Todavia, existem situações externas como a temperatura climática (Gallois [2002](#)), exercícios físicos (Wilmore e Costill [2010](#)), ou lesões (Rios et al. [2011](#)) por exemplo, que tornam os mecanismos termoregulatórios ineficazes, causando alterações na Temperatura Corporal - TC (Wilmore e Costill [2010](#)).

Durante o exercício físico tradicional, especificamente, fatores como a intensidade, aumentam a contração muscular e o metabolismo e fazem a produção de calor ser maior do que a normal (Powers e Howley 2000), podendo provocar alterações térmicas, prejudiciais à saúde (Camargo 2011). Já no exercício físico combinado com RFS, por ocorrer a interrupção do retorno venoso do sangue ao músculo que está restringido, causando uma hipóxia (Takarada et al. 2002), e por haver a ativação de diversos mecanismos fisiológicos como o acúmulo de metabólitos ou ativação de fibras musculares de forma mais rápida (Loenneke et al. 2010), não se sabe o que pode ocorrer com a TP ao se utilizar a RFS.

Sendo assim, uma alternativa viável, segura e não invasiva para analisar essas possíveis alterações na TP durante o exercício com RFS, é a termografia infravermelha/TI (Rios et al. 2011; Tan et al. 2009), que tem demonstrado sua eficácia na medição da atividade muscular em atletas de elite do futebol profissional, auxiliando na elaboração da intensidade dos treinos (Maior et al. 2017), ou até mesmo, para determinar o grau e localização de lesões musculares, pós-treino ou jogo (Bandeira 2012; Fernandes et al. 2017).

Portanto, a hipótese do presente estudo foi que o treinamento aeróbio combinado com a RFS, dos MMII, alteraria, de forma significativa, a TP nessa região anatômica. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de diferentes intensidades (0, 50, 80 e 100%) de RFS sobre a TP dos MMII durante o treinamento aeróbio de caminhada em baixa intensidade.

## **Métodos**

### *Desenho do estudo*

O delineamento da pesquisa foi de cunho quase-experimental (Sousa et al. 2007) com 4 medições repetidas em condições diferentes, no delineamento *cross over*, no qual, todos os sujeitos passaram por todas as condições de treino propostas (0, 50, 80 e 100% de RFS) de forma aleatorizada.

Antes do início das sessões de treino, com o objetivo de controlar possíveis efeitos posicionais, também foi realizada uma aleatorização das sequências de treinamento ([www.randomization.com](http://www.randomization.com)).

### *Características da amostra*

Participaram do estudo, de forma voluntária, 24 sujeitos do gênero masculino, saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos, que: 1) responderam, negativamente, ao *Physical Activity Readiness Questionnaire* - PAR-Q (Lopes et al. 2012); 2) sem doença cardiovascular, osteoarticular ou muscular nos membros inferiores; 3) apresentaram Índice Tornozelo Braquial (ITB) entre 0,91 e 1,30 (Giollo Júnior e Martin 2010); 4) responderam ao *International Physical Activity Questionnaire*/IPAQ (Matsudo et al. 2001), e comprovaram, no mínimo, 150 minutos de atividades físicas semanais em uma intensidade, de mínima a moderada, há pelo menos 3 meses ou mais. No entanto, foram excluídos do estudo sujeitos que: 1) faltaram uma das avaliações; 2) se lesionaram durante o estudo; 3) não conseguiram se adaptar ao treinamento proposto ou; 4) abandonaram o treinamento.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPB (CEP/CCS/UFPB) conforme protocolo no 072/17 e CAAE: 649660017.9.0000.5188, e todos os sujeitos, após serem informados sobre os possíveis riscos, desconfortos e benefícios gerados pela pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com sua participação na mesma de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS - Brasil) e declaração de Helsinki.

### *Pré-Testes*

Inicialmente, foram realizadas medidas de estatura e massa corporal. Para estatura os sujeitos ficaram em pé, com as costas alinhadas a um estadiômetro (Sanny – Brasil), com o corpo mais alongado possível e a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. Posteriormente, eles foram orientados a subir, descalços, sobre uma balança eletrônica (Soehnle – Alemanha) mantendo-se imóvel, para mensuração da massa corporal. A partir destas duas medidas, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) dos sujeitos para garantir uma homogeneidade amostral.

Após a realização do IMC, foi realizada a medida do ITB com o auxílio de um *Doppler* vascular (modelo DV-610B, Medmega, SP/Brasil) e um esfignomamômetro (Premium, China). Ao chegar ao laboratório, os sujeitos, utilizando vestimentas adequadas (camisetas e shorts), repousaram por 10 minutos, em decúbito dorsal, sobre uma maca, para verificação PAS máxima dos tornozelos e braços, direito e esquerdo.

A PAS dos MMII foi realizada por meio de manguitos colocados nos tornozelos com o *cuff* no trajeto da artéria tibial posterior ou pediosa, enquanto que para PAS dos MMSS eles foram localizados na região proximal do braço, com o *cuff* no trajeto da artéria braquial. Após se obter os valores da PAS dos MMII e MMSS (direito e esquerdo), foi aplicado o cálculo do ITB. A medida foi feita apenas uma vez e foram considerados aptos a participar do estudo, os sujeitos que tivessem o ITB entre 0,91 e 1,30 que representa uma ausência de risco de doença aterosclerótica (Giollo Júnior e Martin [2010](#)).

A mensuração da RFS de membros inferiores dos sujeitos, também foi realizada com o auxílio de um Doppler vascular (modelo DV-610B, Medmega, SP/Brasil) obedecendo aos mesmos critérios do ITB, colocando os manguitos na parte mais proximal das coxas (direita e esquerda), os quais foram inflados até que o fluxo sanguíneo fosse totalmente restringido, comprovado pela ausência de fluxo durante a ausculta realizada na artéria tibial posterior ou pediosa.

Posteriormente, foi aplicado um teste de esteira com o objetivo de obter a velocidade máxima do sujeito, para que, a *posteriori*, se pudesse estabelecer 40% da sua velocidade máxima. No teste, os sujeitos iniciaram a caminhada a 3 km/h, com a esteira tendo 1% de inclinação, e a cada minuto foi aumentado 1 km/h, até a exaustão total do sujeito (Prado et al. [2015](#)).

#### Protocolo de Treino

O treinamento ocorreu em uma sala com temperatura controlada entre 20 e 22°C, durante 4 semanas, com 7 dias de intervalo entre cada uma das sessões. A cada semana, era realizado 1 treinamento com diferentes intensidades (0, 50, 80 e 100%) de RFS, de forma aleatorizada, no mesmo horário do dia, e sempre coordenado pelo mesmo avaliador. Antes de iniciar qualquer sessão, os sujeitos foram instruídos a se alimentar, no máximo, até duas horas antes da avaliação, abster-se de bebidas alcoólicas ou quentes, medicações/bebidas estimulantes, vasodilatadoras ou termogênicas e não praticar qualquer tipo de exercício físico, vigoroso, até 24 horas antes da avaliação.

O exercício consistiu em uma caminhada na esteira elétrica (modelo Embreex 800 AL-0, Brasil), com duração de 14 minutos, a 40% da velocidade máxima de cada sujeito, medida em km/h, sendo 5 séries de 2 minutos, e 1 minuto de descanso

entre cada série, totalizando 14 minutos (10 minutos de caminhada e 4 minutos de descanso), conforme o protocolo de Abe et al. (2006), modificado.

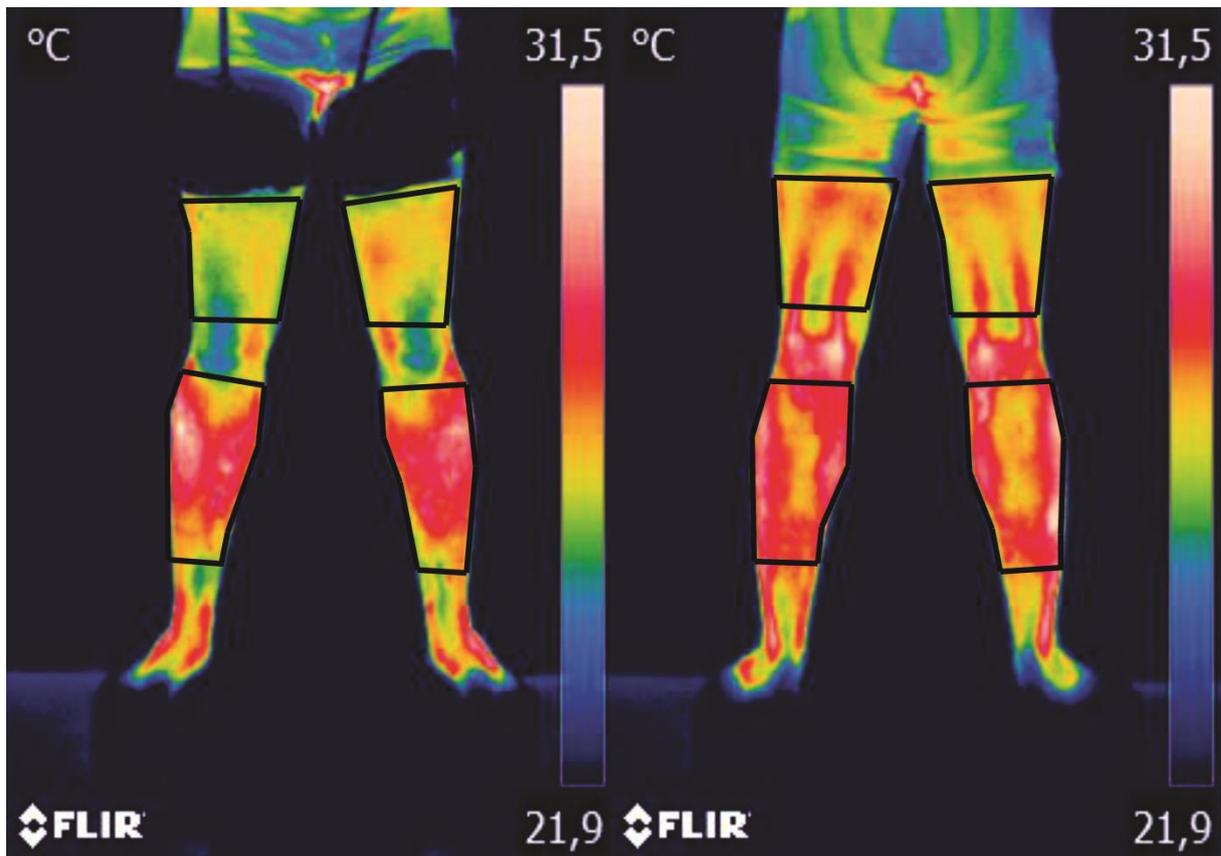
Durante o exercício, os sujeitos foram orientados a caminhar segurando as alças laterais da esteira, para que, uma possível mudança postural não pudesse influenciar os resultados. A RFS foi mantida constante durante o exercício, e monitorada por meio dos manômetros acoplados aos manguitos que, imediatamente após o exercício, eram desinflados para que o fluxo sanguíneo voltasse ao normal.

#### *Temperatura dos Membros Inferiores*

A TC foi coletada nos 4 percentuais (0, 50, 80 e 100%) de RFS, em 3 momentos distintos (antes, imediatamente e 24h pós-exercício), por meio de uma câmera termográfica (FLIR Systems – T360, Suécia), programada com os seguintes parâmetros: sensibilidade de 0,05° C; resolução de 320 x 240 *pixels*; frequência de aquisição de 30Hz; range espectral de 7 a 13  $\mu\text{m}$ ; numa faixa de captura imagens com temperaturas entre -20 e 120°C; com acurácia de  $\pm 2\%$ ; fusão de imagens e paleta arco-íris. Os sujeitos foram direcionados para uma sala com temperatura e umidade controladas (20 a 22°C, e 50% de umidade) sem emissividade de luz externa, para uma aclimação durante 15 minutos, em posição de bipedestação, descalços, utilizando roupas cobrindo apenas a parte superior do corpo, usando short de banho, e sem realizar nenhum contato com os membros inferiores, para que, sua TC pudesse se adaptar a temperatura da sala.

Para o registro termográfico, a câmera foi fixada, sobre um tripé, a 2,6 m de distância e regulada na altura das coxas de cada sujeito ( $\cong 0,95$  m), que se encontrava em posição ortostática, sobre um *step*, pisando nas partes laterais do mesmo (indicado por marcações) deixando os MMII afastados um do outro, equivalentes à largura dos ombros, e foram fotografados na visão anterior e posterior.

A TI foi realizada em uma sala iluminada por lâmpadas de LED, sem incidência direta do fluxo de ar sobre o sujeito, antes, imediatamente e 24h após aplicação do protocolo de exercício (Silva et al. 2017). Os valores da TP foram analisados pelo *software* FLIR *ThermaCam Reporter - version 8.2*, e representados por uma média total em C° referentes às Regiões Objetos de Interesse (ROIs), que no presente estudo foram coxas e pernas nas avaliações pré, imediatamente e 24h pós-exercício (Figura 1).



**Figura 1** - ROIs dos sujeitos analisados

#### Análise Estatística

Os dados foram analisados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – 20.0). Inicialmente, foram testadas a normalidade (*Shapiro-Wilk*) e esfericidade (*Mauchly*) dos dados respectivamente, seguido pelo teste de Análise de Variância (ANOVA - *three-way*) de medidas repetidas para analisar a temperatura corporal: 1) em 4 níveis de RFS (0, 50, 80 e 100%), 2), em 3 momentos do exercício (pré, imediatamente e 24h pós-exercício) e 3) em duas áreas anatómicas (coxas e pernas), considerando um  $P \leq 0,05$ , em todas as comparações.

#### Resultados

**Tabela 1.** Caracterização das variáveis antropométricas, da velocidade máxima e da RFS dos sujeitos

Medidas	Média±DP
Idade (anos)	23,9±2,6

Massa Corporal (kg)	78,5±12,3
Estatura (m)	1,78±0,07
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,7±2,4
Velocidade Máxima (km/h)	14,2±1,7
ITB esquerdo (mmHg)	1,1±0,0
ITB direito (mmHg)	1,0±0,1
RFS total da esquerda (mmHg)	135,2±17,5
RFS total da direita (mmHg)	133,6±18,6

Legenda: kg = quilograma, m = metro, kg/m<sup>2</sup> = quilograma por metro quadrado, mmHg = milímetros de mercúrio

Na Tabela 2, foi encontrada uma pequena queda linear da TP de acordo com o aumento do nível de RFS, tendo uma diferença de -0,3°C entre o nível de 0 e 100% de RFS. Em relação às 3 avaliações do instante (pré, imediatamente e 24h após), as variações da TP foram mínimas, variando de 0 a 0,3°C entre pré e imediatamente após, e -0,3 e 0,2°C entre pré e 24h após.

Os testes de ANOVA de medidas repetidas mostraram para os efeitos principais e de interação os resultados a seguir.

As diferenças encontradas não foram significativas entre as temperaturas nos 4 níveis de RFS ( $P > 0,05$ ), tampouco houve um efeito de interação significativa entre a RFS e a avaliação do instante ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Médias da TP (°C) por nível de RFS e avaliação de instante (Pré, Pós e 24h).

RFS em %	Pré-treino	Pós-treino	24h	Média
0	29,4±1,2	29,4±1,1	29,6±1,4	29,5±1,1
50	29,5±1,0	29,5±1,1	29,2±1,5	29,4±1,1
80	29,2±1,4	29,0±1,2	29,4±0,9	29,2±0,9
100	29,3±1,0	29,0±1,1	29,2±1,1	29,2±0,9

Na Tabela 3 apresentam-se as médias para os instantes; porém, uma diferença significativa entre os mesmos não foi encontrado. No entanto, apresentou-se uma interação significativa entre área anatômica e avaliação dos instantes. Nas avaliações pré e pós-treino, a coxa apresentou uma queda de 0,3°C e a perna um aumento de 0,1°C. Entre as avaliações pré e 24h após, ocorreu uma estagnação para as duas áreas anatômicas.

**Tabela 3** - Médias da TP (°C) por avaliação de instante e área anatômica.

<b>Instantes</b>	<b>Coxa</b>	<b>Perna</b>	<b>Média</b>
Pré-treino	29,3±0,9	29,4±0,9	29,4±0,9*
Pós-treino	29,0±1,0	29,5±0,9	29,2±0,9*
24h	29,3±1,0	29,4±0,9	29,3±0,9

Nota: \* = diferença estatística ( $P < 0,05$ ), entre as médias das áreas anatômicas Coxa e Perna

Como a tabela 4 mostra, existe uma diferença significativa entre as médias das áreas anatômicas (coxa e perna) analisadas de 0,2°C ( $P < 0,05$ ;  $\eta^2 = 0,25$ ). Um efeito interativo entre área e RFS não foi encontrado ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 4** - Médias da TP (°C) por área anatômica e RFS em %

<b>Área Anatômica</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>Média</b>
Coxas	29,4±1,1	29,3±1,1	29,1±0,9	29,1±0,9	29,2±0,9*
Pernas	29,6±1,1	29,5±1,1	29,3±0,9	29,3±0,9	29,4±0,9*

Nota: \* = diferença estatística ( $P < 0,05$ ), entre as áreas anatômicas Coxa e Perna

Em relação à interação (%RFS x Avaliações x Áreas Anatômicas), os valores não apresentam interação significativa ( $P > 0,05$ ), mostrando assim que não existem efeitos que dependem dos níveis de combinação dos fatores.

## Discussão

De acordo com a literatura pesquisada, esse foi o primeiro estudo a analisar se diferentes níveis de RFS influenciam em mudanças significativas na TC dos MMII imediatamente e 24h após o exercício aeróbio.

Quanto a TI, os autores seguiram as recomendações do questionário *Thermographic Imaging in Sports and Exercise Medicine* (TISEM) descrito por Moreira et al. (2017), garantindo assim, uma maior padronização, fidedignidade e precisão dos dados coletados, porém, os resultados encontrados em relação a TC, mostraram que a mesma não se alterou, independentemente do nível de RFS usado, observando que essa variável não sofreu nenhum tipo de influência da RFS quando associada aos exercícios aeróbios.

Alguns estudos já utilizam a TI para analisar as mudanças na TP durante o exercício aeróbio (Fernandes et al. 2017), e conseqüentemente, se essas alterações podem ter influência sobre o desempenho nesse tipo de exercício (Sawka et al. 2012). Fernandes et al. (2017), analisaram a TP de MMII em 10 jogadores de futebol sub-20, imediatamente ao término de duas partidas com intervalo de 3 dias entre as mesmas, e encontram que, a TP aumentou 1% após a primeira partida e retornou para os valores pré, após 48h. Todavia, após a segunda partida, o aumento foi de 1,5% e a TP não voltou para o estado pré após 48h de descanso. Sampaio et al. (2016), utilizaram a TI para observar a influência de um treino de força a 40% de 1RM com e sem RFS sobre a TC de MMII em 10 homens (5 fisicamente ativos e 5 sedentários), analisados, pré, imediatamente e 24h pós-treino e, apesar de terem encontrado diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), entre os grupos (ativos e sedentários), não observaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as avaliações (pré, imediatamente e 24h pós-treino), apresentando, em parte, resultados similares aos do presente estudo. Os autores acreditam que esses resultados encontrados se devem ao fato que o treino com RFS nessas condições, não apresentam mudanças em marcadores de inflamação muscular, conseqüentemente, não alterando a TP durante e após o exercício.

O fato de não ter havido aumento da TC com a RFS, no presente estudo, pode ser explicado por Abe et al. (2006), que ao analisar, em homens jovens e saudáveis, os níveis sanguíneos de creatina-quinase (CK) e mioglobina, após exercícios aeróbios, com velocidade de 50 m/min e nível de RFS entre 120 e 160

mmHg não encontram aumento desses marcadores de danos musculares após exercícios com RFS, mostrando que o exercício aeróbio associado à RFS não causou agressão ao músculo tanto na fase aguda, quanto na crônica. Segundo estes autores, a ausência de alteração nos níveis desses marcadores após o treino com RFS, sugere que a utilização dessa técnica (RFS) pode ser viável para diversos grupos populacionais como idosos, por exemplo, trazendo aumentos de hipertrofia ou melhora na aptidão aeróbia, sem causar danos inflamatórios ao músculo.

Poucos estudos até o presente momento, relacionaram a utilização da TI com RFS, a exemplo, de Barros et al. (2017), que utilizaram essa técnica para analisar alterações na produção de creatina-quinase (CK) e em assimetrias de temperatura, em homens jovens e fisicamente ativos, após um treino de força (10 a 12 repetições a 50% de 1RM) com e sem RFS (130 a 160 mmHg) no exercício de *leg press* a 45°, e observaram que, em ambos os métodos (com e sem RFS), aumentaram os níveis de CK 24h após o treinamento realizado, e em relação a TP, não ocorreram assimetrias de temperatura entre as condições.

#### Limitações do estudo

No presente estudo podem ser apontadas algumas limitações, tais como: 1) a amostra composta por, apenas, homens jovens e fisicamente ativos; 2) os exercícios terem sido realizados em ambiente de temperatura e umidade controlada, não sabendo assim o que pode ocorrer com a TP em ambientes mais quentes ou com uma alta umidade e; 3) ter sido usado somente uma intensidade de 40% da velocidade máxima, não podendo, extrapolar seus resultados para outras populações fora dessas condições.

Sendo assim, outros estudos devem ser realizados com outras populações (p. ex: idosos), em outras condições ambientais (diferentes temperaturas e percentuais de umidades) e intensidade do exercício para confirmar se este tipo de treino pode ser usado sem aumento demasiado da TC (hipertermia) que poderia ocasionar danos e riscos à saúde.

#### Conclusão

Os resultados, do presente estudo, mostraram que o treino aeróbio a 40% da velocidade máxima, em ambiente com temperatura e ambiente controlados,

utilizando diferentes intensidades (50, 80 e 100%) de RFS, não alterou a TC de MMII, em sujeitos jovens, saudáveis e fisicamente ativos.

### **Conformidade com os padrões éticos**

**Conflito de interesse** Os autores declaram que não houve conflitos de interesses

### **Referências**

Abe T, et al (2010) Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO<sub>2</sub>max in young men. *J Sports Sci Med* 9(3):452-458.

Abe T, Kearns CF, Sato Y (2006) Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, kaatsu-walk training. *J Appl Physiol* 100(5):1460-1466. doi:[10.1152/jappphysiol.01267.2005](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01267.2005).

Bandeira F, Neves E, Moura M, Nohama P. (2014) A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. *Rev Bras Med Esporte*. 20(1):59-64. doi:[10.1590/S1517-86922014000100012](https://doi.org/10.1590/S1517-86922014000100012).

Barros NA, Aidar FJ, Matos D, Bastos A (2017) Comparison of traditional strength training and kaatsu strength training on thermal asymmetry, fatigue rate, and peak torque. *J Exerc Physiol* 20(1):1-11.

Camargo MG (2011) Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. *Saúde e Pesq* 4(2):278-288.

Fernandes A (2017) Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sci Health* 1-9. doi: [org/10.1007/s11332-017-0394-1](https://doi.org/10.1007/s11332-017-0394-1).

Gallois NSP (2002) Análise das condições de stress e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina.

Giollo JLT, Martin JFV (2010) Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Rev Bras Hipertens* 17(2):117-118.

Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson, JM (2010) A mechanistic approach to blood flow occlusion *Int J Sports Med* 31(1); 1-4. doi: [10.1055/s-0029-1239499](https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499).

Loenneke JP, Thrower AD, Balapur A, Barnes JT, Pujol TJ (2011) The energy requirement of walking with restricted blood flow. *Sport Sci* 4(2):7-11.

- Lopes RM, Barbosa JP, Lima AH, Miranda AS, Rodrigues LB, Rodrigues SL, Dias RM (2012) Triagem pré-participação em exercício físico em pacientes com doença arterial periférica. *J Vasc Bras* 11(3):195-198.
- Maior AS, Gustavo L, Marcio T, Maracolo L (2017) Profile of infrared thermography in elite soccer players. *Motriz: Rev Educ Fis* 23(2):1-6. doi: [org/10.1590/s1980-6574201700020013](https://doi.org/10.1590/s1980-6574201700020013).
- Matsudo S, et al (2001) Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev bras ativ fís saúde* 6(2):6-18. doi:[doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18](https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18).
- Moreira DG, et al (2017) Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *J Therm Biol* 69:155-162. doi:[org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006).
- Ozaki H, et al (2011) Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *J Gerontol* 66(3): 257-263. doi: [10.1093/gerona/glq182](https://doi.org/10.1093/gerona/glq182).
- Prado WL et al (2015). Effect of a 12-week low vs. high intensity aerobic exercise training on appetite-regulating hormones in obese adolescents: a randomized exercise intervention study. *Pediatr Exerc Sci* 27(4): 510-517. doi: [10.1123/pes.2015-0018](https://doi.org/10.1123/pes.2015-0018)
- Powers SK, Howley ET (2000) *Fisiologia do exercício*. São Paulo, Manole.
- Rios M, Chacon M, Fernández A, Guillén O (2011) Termografía infrarroja y el estudio de riesgos de lesiones músculo esqueléticas. *Rev Ing Ind* 10(1):55-67.
- Romanovsky AA (2007) Thermoregulation: some concepts have changed - functional architecture of the thermoregulatory system. *Am J Physiol* 92(1):37-46. doi: [10.1152/ajpregu.00668.2006](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00668.2006).
- Sampaio L, Bezerra E, Paladino K, Santos J, Quesada J, Rossato M (2016) Effect of training level and blood flow restriction on thermal parameters: preliminary study. *Infra Phys Technol* 79:25-31. doi: [10.1016/j.infrared.2016.09.007](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2016.09.007).
- Sato Y (2005) The history and future of KAATSU training. *Int J Kaatsu Training Res* 1(1):1-5. doi: [10.3806/ijktr.1.1](https://doi.org/10.3806/ijktr.1.1).
- Sawka MN, Chevront SN, Kenefick RW (2012) High skin temperature and hypohydration impair aerobic. *Exp Physiol* 97 (3): 327–332. doi: [10.1113/expphysiol.2011.061002](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.061002)
- Shibasaki M, Wilson TE, Grandall CG (2006) Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *J Appl Physiol* 100(5):1692-1701. doi: [10.1113/expphysiol.2011.061002](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.061002).

- Silva YA, Santos BH, Andrade PR, Santos HH, Moreira DG, Sillero-Quintana M, Ferreira JJA (2017) Skin temperature changes after exercise and cold water immersion. *Sport Sci Health* 13(1):195-202. doi: [10.1007/s11332-017-0353-x](https://doi.org/10.1007/s11332-017-0353-x).
- Sousa VD, Driessnack M, Mendes IAC (2007) Revisão dos desenhos e de pesquisa relevantes para enfermagem. Parte 1: Desenhos de pesquisa quantitativa. *Rev Latino-Am Enfermagem* 15(3):502-507. doi: [dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022](https://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022).
- Takarada Y, Sato Y, Ishii N (2002) Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol* 86 (4): 308–314. doi: [10.1007/s00421-001-0561-5](https://doi.org/10.1007/s00421-001-0561-5).
- Tan JH, Acharya RU, Chee C (2009) Infrared thermography on ocular surface temperature: a review. *Infrared Phys Technol* 52(4):97-108. doi: [10.1016/j.infrared.2009.05.002](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2009.05.002)
- Wilmore JH, Costill DL (2001) *Fisiologia do esporte e do exercício*. Manole, São Paulo.
- Yasuda T, et al (2005) Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *Int. J. KAATSU Training Res* 1(2):65-70. doi: [doi.org/10.3806/ijktr.1.65](https://doi.org/10.3806/ijktr.1.65).

## **APÊNDICE A (TCLE)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: Análise do Padrão Termográfico e do Gasto Energético Durante o Treinamento Aeróbico com e sem Restrição de Fluxo Sanguíneo em Sujeitos Fisicamente Ativos: um estudo controlado**

#### **Equipe de Pesquisadores**

Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos (Orientador)

Patrick Alan de Souza Pfeiffer (acadêmico/pesquisador)

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre Efeito do Treinamento Aeróbico combinado com Restrição de Fluxo Sanguíneo em Relação à Termografia e o Gasto Energético e está sendo desenvolvida pelo(s) pesquisador(es) Patrick Alan de Souza Pfeiffer aluno(s) do Curso de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal da Paraíba e Universidade de Pernambuco, sob a orientação do(a) Prof.(a) Dr. Heleodório Honorato dos Santos.

Os objetivos do estudo são analisar o efeito do exercício aeróbico com diferentes níveis de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) sobre o gasto energético e a temperatura corporal de membros inferiores.

A finalidade deste trabalho é descobrir os benefícios de um novo método de treinamento que pode ser aplicável a diversos grupos populacionais, trazendo assim uma melhor qualidade de vida para os mesmos.

Solicitamos a sua colaboração para participar de um protocolo de treino dividido em 4 sessões (1 vez/semana), com duração de 14 minutos cada (10 de atividade e 4 de descanso) que consistirá em um exercício aeróbico executado na esteira ergométrica com diferentes níveis de restrição de fluxo sanguíneo nos membros inferiores realizada com dois manguitos localizados na parte mais proximal da coxa direita e esquerda, e inflado nas intensidades de acordo com a sessão de treino e a uma análise termográfica durante as sessões citadas, anteriormente.,

como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica (*se for o caso*). Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde. Ou se acaso sentir incômodo (formigamento, dormência ou parestesia), ou mesmo processo alérgico aos manguitos utilizados na restrição de fluxo sanguíneo, os primeiros socorros serão prestados pelos próprios pesquisadores no local da pesquisa e imediatamente você será encaminhado ao Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) localizado no próprio Centro de Ciências da Saúde, para atendimento médico. Porém, esses riscos serão descartados, visto que, todos os sujeitos participantes, além de serem sujeitos jovens fisicamente ativos, devem ter um ITB entre 0,91 e 1,30, o que preconiza ausência de doença aterosclerótica difusa.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (*se for o caso*).

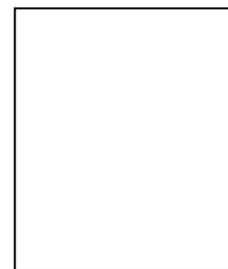
Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

OBERVAÇÃO: (em caso de analfabeto - acrescentar)



Espaço para impressão dactiloscópica

---

Assinatura da Testemunha

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com **Patrick Alan de Souza Pfeiffer**.

Endereço (Setor de Trabalho): Cento de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – LEEDE – João Pessoa/PB. Telefone: (83) 99977-1090, ou Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB, telefone: (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.

Atenciosamente,

---

Assinatura do Pesquisador Responsável

---

Assinatura do Pesquisador Colaborador

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

**ANEXO A - (PAR-Q)*****Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)*****QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA**

**www.bang.com.br**

***Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.***

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

SIM NÃO

1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?

3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?

4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?

5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

### **Declaração de Responsabilidade**

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR-Q” e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do (a) participante:

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**ANEXO B - ESCALA DE DESCONFORTO**

7 (muito, muito leve)

9 (muito leve)

11 (razoavelmente leve)

13 ( um pouco pesado)

15 (pesado)

17 (muito pesado)

19 (muito, muito pesado).

Fonte: NIEMAN *et al.* (2006)

**ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA  
(Forma Curta)**

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

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: M ( ) F ( )

Você trabalha de forma remunerada: ( ) Sim Não ( )

Quantas horas você trabalha por dia: \_\_\_\_\_

Quantos anos completos você estudou: \_\_\_\_\_

De forma geral sua saúde esta:

( ) Excelente ( ) Muito boa ( ) Boa

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que esta sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação a pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL, USUAL ou HABITUAL. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.

Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal.
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

**1a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginastica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar BASTANTE ou aumentem MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NAO INCLUA CAMINHADA**).

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a.** Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b.** Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**4a.** Estas ultimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo **por dia** você fica sentado em um dia da semana?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Quanto tempo **por dia** você fica sentado no final da semana?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**ANEXO D – CERTIDÃO DE APROVAÇÃO DO CEP**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

**CERTIDÃO**

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 2ª Reunião realizada no dia 23/03/2017, o Projeto de pesquisa intitulado: **“ANÁLISE DO PADRÃO TERMOGRÁFICO E DO GASTO ENERGÉTICO DURANTE O TREINAMENTO AERÓBICO COM E SEM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO EM SUJEITOS FISICAMENTE ATIVOS: UM ESTUDO CONTROLADO”**, do pesquisador Patrick Alan de Souza Pfeiffer. Prot. nº 072/17. CAAE: 649660017.9.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do relatório final do estudo proposto à apreciação do Comitê.

  
Andrea Márcia da C. Lima  
Mat. SIAPE 1117510  
Secretária do CEP-CCS-UFPB