

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES
DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO
DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA
INTENSIDADE**

Versão final

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

ADENILSON TARGINO DE ARAÚJO JÚNIOR

Orientador: Professor Doutor José Vilaça-Alves.

Coorientadora: Professora Doutora Maria do Socorro Cirilo de Sousa



VILA REAL, 2015

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS
SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS
TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

Versão final

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

ADENILSON TARGINO DE ARAÚJO JÚNIOR

Orientador: Professor Doutor José Vilaça-Alves.

Coorientadora: Professora Doutora Maria do Socorro Cirilo de Sousa

VILA REAL, 2015

Este trabalho foi expressamente elaborado como dissertação original para efeito de obtenção do grau de Doutor em Ciências do Desporto, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 107/2008, de 25 de junho.

À minha família, e a nosso Pai Celestial

AGRADECIMENTOS

De início, externo minha profunda gratidão, temor, respeito e amor ao criador deste orbe, a que devo agradecer todos os dias da minha vida pela virtude e força para vencer as intempéries com resignação e felicidade, e pela clemência com meus erros.

Ao meu orientador, professor doutor José Vilaça-Alves, que foi um verdadeiro amigo em toda esta caminhada, pelos ensinamentos e direcionamentos, e principalmente pela prestatividade, disposição e atenção. Externo meus sinceros agradecimentos, e me coloco sempre à disposição.

À professora doutora Maria do Socorro Cirilo de Sousa, pela coorientação e por abrir as portas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) desde a minha graduação até hoje, contribuindo substancialmente para minha formação acadêmica. Obrigado por sua ajuda, de hoje e sempre, o mínimo que sinto é gratidão.

Aos professores da UTAD, doutor Victor Reis por todo acolhimento, desvelo e conselhos que me trouxeram um permanente aprendizado. Da mesma forma, que agradeço ao professor doutor Nuno Garrido, pela amizade que estimo e prezo bastante, reconheço todo seu empenho para que eu alcançasse esta meta.

Aos meus colegas acadêmicos do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da UFPB, em especial Geraldo Neto, por toda sua presteza, nunca vou esquecer o empenho e dedicação. Aos amigos que me ajudaram de alguma forma nas coletas de dados, Gabriel Neto, Ravi Cirilo, Adjamir Junior, Leo Magalhães, Antônio Neto e Henrique Braga.

Aos meus colegas de turma do doutoramento em Ciências do Desporto da UTAD, pelas amizades, momentos de descontração e estudos vivenciados em Vila Real, Portugal. Expresso votos de apreço ao Cleiton Bona, Nelson Taglinari, Valécio Senna, Rodrigo Poderoso, Andrea Bona e Simone Krabbe.

Aos meus amigos de trabalho e ao Instituto Federal da Paraíba por todo apoio e entendimento, que foi fundamental e trouxeram tranquilidade para elaboração e finalização de toda pesquisa.

À minha mãe, Maria da Graças de Sá Targino, e pai Adenilson Targino, irmãos, Anne Poama e Adriano Targino, por construírem o alicerce de minha existência. Principalmente, pelo honroso exemplo que emana da raiz maternal. Também, a minha namorada, Emmily Gomes por toda paciência, carinho e amor dispensado, amo-te deveras. E a força imensurável de Alisson Aquino.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE QUADROS	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 JUSTIFICATIVA	5
1.2 QUESTÃO PROBLEMA.....	6
1.3 OBJETIVOS.....	7
GERAL.....	7
ESPECÍFICOS:	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 A TÉCNICA DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: ORIGEM DO MÉTODO <i>KAATSU TRAINING</i>	9
2.2 METABOLISMO E MENSURAÇÃO DE MEDIDAS VENTILATÓRIAS: A TÉCNICA DA ERGOESPIROMETRIA	12
2.3 RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS VENTILATÓRIAS À RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODO	16
3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	16
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	16
3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	17
3.4 DESENHO DA PESQUISA.....	17
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS	19
3.5.1 Variáveis independentes	19
3.5.2 Variáveis dependentes	19
3.5.3 Covariáveis	19
3.6 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS	20
3.7 PROCEDIMENTOS PARA COLETAS DE DADOS	25
3.8 ANÁLISE DOS DADOS	30
4. RESULTADOS	33
4.1 VARIÁVEIS VENTILATÓRIAS ENTRE AS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA: COMPARAÇÃO ENTRE AS SITUAÇÕES BI + RFS <i>VERSUS</i> AI E EFEITOS DAS COVARIÁVEIS (TEMPO E VOLUME DE TREINO)	33
4.2 CONSUMO DE OXIGÊNIO ANTES E APÓS AS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA: ANÁLISE DE MEDIDAS REPETIDAS E UNIVARIADA.....	35
4.3 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO ENTRE UMA SESSÃO DE TREINO DE FORÇA DE ALTA INTENSIDADE E OUTRA DE BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO	39
5. DISCUSSÃO	43
6. CONCLUSÃO.....	55
7. PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÕES FUTURAS	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS.....	74
APÊNDICES	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Protocolo do estudo	19
Figura 2: <i>Doppler</i> vascular portátil (a) e torniquete pneumático (b).....	23
Figura 3: Ergoespirômetro portátil <i>K4b²</i> (<i>COSMED®</i> , Roma, Itália).....	24
Figura 4: Análise da TMR.....	25
Figura 5: Protocolo das sessões experimentais com ou sem Restrição de Fluxo Sanguíneo. ..	29
Figura 6: Sessões experimentais de treino de força tradicional de alta intensidade (esquerda) e de baixa intensidade com RFS (direita).	30
Figura 7: Volume de treino total entre as sessões de treino de força. *Diferença significativa entre AI e BI + RFS ao nível de 5%.....	35
Figura 8: Consumo de oxigênio (VO_2) antes e após (EPOC) das sessões de treino de força randomizadas. Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa entre as situações (AI vs BI + RFS) ao nível de 5%.	36
Figura 9: Consumo de Oxigênio (VO_2) antes, durante e após (EPOC) o treino de força com baixa intensidade e restrição de fluxo sanguíneo (BI + RFS). Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; VO_2 durante a coleta; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa para o VO_2 ao nível de 5%.	38
Figura 10: Consumo de oxigênio (VO_2) antes, durante e após (EPOC) o treino de força com alta intensidade (AI). Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; VO_2 durante a coleta; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa para o VO_2 ao nível de 5%.	39
Figura 11: Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) durante as sessões de treino de força. Legenda: 1 ^a = medida após primeira série; 2 ^a = após segunda série; 3 ^a = após terceira série. ‡diferença significativa entre as situações ao nível de 1%; * diferença entre grupos ao nível de 5%.	40

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Protocolo das intervenções (com delineamento <i>cross-over</i>) com exercício de força e Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS).....	27
---	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Valores descritos (média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de correlação intraclasse) para os testes de força (1-RM).....	22
Tabela 2: Estatística descritiva (média, desvio padrão e variação percentual) e testes inferenciais (<i>GLM univariate</i>) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).	34
Tabela 3: Estatística descritiva (média, desvio padrão e variação percentual) e testes inferenciais (<i>GLM univariate</i>) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).	37
Tabela 4: Estatística descritiva (média e desvio padrão, ou mediana e variação percentual) e testes inferenciais (<i>GLM univariate</i> ou <i>Mann-Whitney test</i>) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM – *American College of Sports Medicine*

AI – Treino de força tradicional de alta intensidade

BI + RFS – Treino de força de baixa intensidade e com restrição de fluxo sanguíneo

EF – Exercício de força

EPOC – Excesso de consumo de oxigênio após o exercício

ETA – Efeito Térmico do Alimento

FC – Frequência Cardíaca

GE – Gasto Energético

LABOCINE – Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano

mmHg – Milímetros de mercúrio

PA – Pressão Arterial

PCr – Fosfocreatina

Pi – Fosfato Inorgânico

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

RFS – Restrição do Fluxo Sanguíneo

R – Razão de trocas gasosas

SE – Sessão Experimental

TAF – Termogênese da Atividade Física

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TF – Treino de Força

TMR - Taxa metabólica de Repouso

VCO₂ – Produção de gás carbônico

VE – Ventilação

VO₂ – Consumo de oxigênio

VT – Volume de Trabalho

1-RM – Teste de uma Repetição Máxima

RESUMO

O treino de força (TF), uma das áreas do conhecimento das ciências do esporte, tem sido foco de estudos em relação à efetividade de novos métodos de prescrição do exercício. Nesta linha, o TF com cargas baixas (<50% da 1-RM) conjugado com a técnica de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) provou ser tão eficaz quanto ao tradicional de alta intensidade (AI) para os ganhos força e hipertrofia muscular. Igualmente, o uso desta metodologia, tem revelado um aumento do consumo de oxigênio (VO₂) e do dispêndio energético. Contudo, com a utilização de exercícios de força as respostas ventilatórias e metabólicas carecem de conhecimento científico comprovado. Desta forma, o objetivo deste estudo é analisar as respostas ventilatórias durante e após sessões de treino de força sob duas técnicas: restrição de fluxo sanguíneo e tradicional de alta intensidade. Trata-se de uma pesquisa quase experimental, com delineamento cruzado (cross-over) randomizado. Para o efeito foram selecionados oito homens treinados (25.7 ± 3 anos; 78.56 ± 8.17 kg; 1.75 ± 0.08 m; 14.26 ± 1.75 %G) que realizaram quatro sessões de exercícios. Nas duas iniciais, foram medidas e remedidas a carga do teste de repetição máxima (1-RM) e estimadas a percentagem dessa carga a utilizar em todos os exercícios efetuados nas duas posteriores sessões. Nas duas sessões experimentais (SE) seguintes, e de forma randomizada, foram executados três séries de quatro exercícios de TF, (supino horizontal, agachamento, remada inclinada e levantamento terra, por esta ordem), com uma cadência de 52 bpm. Estas duas sessões diferem entre si na utilização da RFS e no número de repetições e carga utilizada, sendo, 15 repetições e 20% da carga de 1-RM com RFS (BI + RFS) e oito repetições e 80% de 1-RM para o tradicional de alta intensidade. Todas as quatro sessões foram separadas entre si por 72 horas. Foi mensurada a percepção subjetiva de esforço (PSE Omni-Res), e as medidas ventilatórias: taxa metabólica de repouso (TMR); consumo de oxigênio (VO₂) absoluto e relativo; produção de gás carbônico (VCO₂); frequência cardíaca (FC); e a ventilação (VE) durante e após (EPOC) as duas sessões de exercícios. A determinação da pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo foi estabelecida em 80% do valor de pressão sanguínea registrada no momento em que cessa a ausculta do pulso arterial na artéria braquial nos membros superiores e na artéria femoral nos membros inferiores, utilizando-se de torniquetes pneumáticos e *doppler* vascular portátil. As comparações entre os protocolos (BI + RFS x AI) foram realizadas por meio do modelo linear geral univariado, e para analisar efeito isolado de cada sessão a análise de medidas repetidas. Os resultados indicaram diferenças estatísticas (p < 0.01) entre o exercício tradicional de alta intensidade (80% 1-RM) e BI + RFS, com valores superiores, em todas as medidas ventilatórias, para a sessão de treino AI, com única exceção dos cinco minutos finais do EPOC. O VO₂, mensurado durante o treino, foi 23% superior para o de AI (20.32 ml.kg⁻¹.min⁻¹) comparado ao BI +RFS (15.65 ± 1.14 ml.kg⁻¹.min⁻¹). Vale destacar que, os protocolos tiveram estimativa de tamanho de efeito similar quando analisados de forma isolada, considerado alto, tanto para o BI + RFS ($\eta_p^2 = 0.97$) quanto para o AI ($\eta_p^2 = 0.98$). A PSE apresentou curva de elevação ao longo das séries, para ambas as intervenções, com os maiores valores registrados para o treino de AI (8.35) em comparação (p = 0.001) ao BI + RFS (6.08). Com base na amostra, o presente estudo permitiu concluir que as respostas ventilatórias e de PSE são superiores no treino de AI, quando comparadas com o treino de BI+ RFS. Contudo, em relação ao dispêndio energético, medido pelo VO₂, e tendo em conta o volume de treino proporcionado por ambas os métodos, essas diferenças atenuam-se.

Palavras-chave: força muscular, restrição de fluxo sanguíneo, consumo de oxigênio, excesso de consumo de oxigênio após o exercício.

ABSTRACT

Strength training (ST), one of the areas of knowledge of sports science, has been the focus of studies regarding the effectiveness of new exercise prescription methods. In this line, strength training with low loads (<50% of 1-RM) together with the blood flow restriction technique (BFR) proved to be as effective as the traditional high intensity (HI) for gains strength and muscle hypertrophy. Also, the use of this methodology has revealed an increase in oxygen consumption (VO_2) and energy expenditure. With the use of ST exercises, this ventilatory and metabolic response, lack of proven scientific knowledge. The objective of this study is to analyze the ventilatory responses during and after strength training sessions under two techniques: traditional high intensity and restricted blood flow. This is a quasi-experimental study with randomized crossover design. For this purpose were selected eight trained men (25.7 ± 3 years; 78.56 ± 8.17 kg; 1.75 ± 0.08 m; 14.26 ± 1.75 %BF) that undertook four exercise sessions, In the two experimental sessions (SE) following were performed 3 sets of four ST exercises (bench press, squat, barbell bent-over row and deadlift, in that order), with a rhythm of 52 bpm. These differ in the use BFR and number of repetitions and intensity, been 15 repetition and 20% of 1-RM with BFR (LI + BFR) and 8 repetitions and 80% of 1-RM for HI. All four sessions were separated by 72 hours. Was measured the perceived exertion (Omni-Res), and ventilatory measures: resting metabolic rate (RMR); oxygen consumption (VO_2) absolute and relative; carbon dioxide production (VCO_2); heart rate (HR); and ventilation (VE) during and after (EPOC) the two exercise sessions. Determination of Blood Flow Restriction pressure was set at 80% of the recorded blood pressure value at the time of termination of the arterial pulse auscultation, the brachial artery in the upper limbs and tibial artery in the lower limbs, using pneumatic tourniquets and a portable vascular doppler. Comparisons between protocols (LI + BFR x HI) were performed using univariate general linear model, and for analyze isolated effect of each session the analysis of repeated measures. The results showed statistically significant differences ($p < 0.01$) between the traditional high-intensity exercise (80% 1-RM) and BI + RFS, with higher values in all ventilatory measures for AI training session, with the exception only of five final minutes of the EPOC. The VO_2 , measured during training, was 23% higher than for the HI ($20.32 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) compared to LI + BFR ($15.65 \pm 1.14 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Note that the protocol had an effect similar size when analyzed separately, considering both the high BI + RFS ($\eta_p^2 = 0.97$) and AI ($\eta_p^2 = 0.98$). The PSE presented elevation curve along the series, for both interventions, with higher values observed for the AI training (8.35) compared ($p = 0.001$) with BI + RFS (6.08). Based on the sample, this study concluded that the ventilatory responses and RPE are higher in HI training, compared with the training LI + BFR. However, with respect to energy expenditure as measured by VO_2 , and taking into account the volume of training provided by both methods, these differences are attenuated.

Keywords: Strength exercise, blood flow restriction, oxygen uptake, excess post-exercise oxygen consumption.

1

INTRODUÇÃO

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO
DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

1. INTRODUÇÃO

O Treino de Força (TF) é um método amplamente aplicado na área do desporto e no campo da saúde, seja com o intuito de aumento das capacidades físicas, como um método preventivo, ou até mesmo, forma de tratamento não medicamentoso. Desta forma, e consoante os seus objetivos, várias metodologias são utilizadas e novas ideias são testadas no ambiente académico. Como, por exemplo, a utilização de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) conjugada com os exercícios de força a baixa intensidade para aumento da força e hipertrofia muscular. É justamente neste âmbito que a Ciência do Desporto, dentre suas atribuições, abrange investigações que analisam a eficácia ou ausência de efeitos destes novos métodos sobre o desempenho humano. Valendo-se de conhecimentos produzidos pela cineatropometria, que provê os meios de mensurar as variáveis que exprimem as características morfológicas, metabólicas e funcionais, bem como, do referencial teórico e metodológico produzido pela fisiologia humana e do exercício.

Partindo desta premissa, a pertinência da execução desta pesquisa é consolidada pelo fato de que a mesma proverá informações a respeito dos efeitos de uma inovação metodológica que ocorre no domínio do treino força, a RFS. Sabendo que, apesar das inúmeras investigações relacionadas a este tema, nesta tese serão analisadas variáveis ainda não exploradas na literatura, que são as medidas ventilatórias coletadas durante e após a prática de um protocolo de treino de força composto por exercícios multiarticulares. Além de que, propõe-se uma comparação com os dados produzidos pelas tradicionais prescrições da literatura (alta intensidade), em um estudo com delineamento cruzado. Salientando que este tipo de abordagem e com estas medidas dependentes são apresentadas como uma lacuna no conhecimento dos efeitos da RFS sobre o desempenho humano.

O desempenho dos exercícios de força com utilização da RFS, denominado de *KAATSU TRAINING*, foi criado na década de 80 por um médico japonês, Yoshiaki Sato, trata-se de uma metodologia de treino que tem como base a realização dos exercícios de com a RFS a alguns músculos ativos. A RFS é efetuada por meio de manguitos infláveis, leves e flexíveis, que são colocados na parte proximal dos membros, inferiores ou superiores, que intervêm na execução dos exercícios, proporcionando uma pressão superficial sobre os tecidos e conseqüente restrição do fluxo sanguíneo para o músculo

(Sato, 2005). Tal método, apesar das baixas cargas, causa ganhos de força e hipertrofia (Laurentino et al., 2012; Takarada, Sato, & Ishii, 2002), inclusive em idosos. (Patterson & Ferguson, 2011) e obesos (Nakajima et al., 2006). Melhorias explicadas pela alta atividade elétrica do músculo submetido a estas condições (Yasuda et al., 2009), como também, pelas elevadas concentrações de metabólitos e dano muscular (Kawada, 2005; Wernbom, Paulsen, Nilsen, Hisdal, & Raastad, 2012). Em suma, o estresse metabólico e a tensão mecânica parecem ser os principais fatores relacionados às adaptações que ocorrem em reposta ao treino de força com RFS (Pearson & Hussain, 2015).

Apesar da baixa intensidade aplicada ao treino com a restrição de fluxo sanguíneo, entre 20% e 50% de uma repetição máxima (1-RM) (Laurentino et al., 2012; Moore et al., 2004; Takarada et al., 2002; Yasuda et al., 2009), este protocolo foi capaz de criar as condições fisiológicas para estimular o anabolismo, como significativos aumentos da força e massa muscular (Fahs, Loenneke, Rossow, Thiebaud, & Bembem, 2012; Karabulut, Abe, Sato, & Bembem, 2010; Kubo et al., 2006). Sabendo-se que, a restrição de fluxo é conseguida por meio da aplicação de uma pressão externa sobre a porção proximal das extremidades superiores ou inferiores que são exercitadas (Pope, Willardson, & Schoenfeld, 2013). Contudo, pouco se sabe a respeito das alterações que ocorrem em medidas ventilatórias durante e após este protocolo.

Em outra linha, o método tradicional de alta intensidade (AI) prescreve a intensidade média ideal de 80% da carga de uma repetição máxima (1-RM), e com execução de oito a doze repetições por série (Garber et al., 2011; W.J. Kraemer et al., 2002). Em suma, o emprego de elevadas cargas (Maté-Muñoz, Monroy, Jodra Jiménez, & Garnacho-Castaño, 2014), poucas repetições (Kelleher, Hackney, Fairchild, Keslacy, & Ploutz-Snyder, 2010) e intervalos de recuperação mais longos (Cicccone, Brown, Coburn, & Galpin, 2014). Trata-se de um método vastamente prescrito e recomendado, praticado principalmente em ambientes de academias de ginástica, incluindo o uso de máquinas de musculação e exercícios com pesos livres (Cicccone et al., 2014; Maté-Muñoz et al., 2014). Nestes locais a avaliação, prescrição e acompanhamento do programa, normalmente, são realizados num modelo proposto pelo *American College of Sports Medicine (ACSM)*, que tem em sua base, a frequência, a intensidade, o tipo e o tempo (duração) (FITT) (Garber et al., 2011).

Para o treino de AI são comprovados os efeitos imediatos sobre variáveis fisiológicas e ventilatórias, como elevação da frequência cardíaca (Gotshalk, Berger, & Kraemer, 2004), aumento do consumo de oxigênio, durante (Aniceto et al., 2013;

Buitrago, Wirtz, Flenker, & Kleinoder, 2014) e após os exercícios (Sousa et al., 2013). Além de ser reportada uma melhoria crônica da capacidade aeróbia máxima e efeito hipotensor (Cornelissen, Fagard, Coeckelberghs, & Vanhees, 2011), bem como, os aumentos de força e hipertrofia muscular (Garber et al., 2011; Koundourakis et al., 2014). De outro lado, a metodologia de treino de BI + RFS está bem estabelecida em relação à aplicabilidade e adaptações no contexto da obtenção de hipertrofia e força, todavia, a respeito das respostas ventilatórias e metabólicas, que possam influenciar uma alteração na capacidade aeróbia, a literatura é escassa.

Alguns autores já pesquisaram os efeitos do treino com restrição de fluxo sanguíneo sobre variáveis ventilatórias, contudo, em resposta a utilização de exercícios aeróbios. Por exemplo, Loenneke, Thrower, Balapur, Barnes, e Pujol (2011) relataram um aumento da frequência cardíaca (FC), uma elevação do consumo de oxigênio (VO_2), FC e dispêndio energético em protocolo de caminhada intermitente. O mesmo foi observado por (Park et al., 2010) de forma crônica, indicando que a caminhada com RFS pode ser usada para manutenção ou melhora do desempenho aeróbio. Diante disto, é identificada uma lacuna no conhecimento em relação aos efeitos do TF a baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (BI + RFS) sobre medidas ventilatórias, como o consumo de oxigênio (VO_2), a produção de gás carbônico, e o excesso de consumo de oxigênio após o exercício (EPOC) e frequência cardíaca (FC). Principalmente, pela proposta do presente trabalho em testar um circuito de treino com a utilização de exercícios de força que envolvam grandes grupos musculares e executados alternados por seguimento, promovendo validade ecológica ao estudo.

Quanto ao TF de AI, é notória a elevação do consumo de oxigênio durante e após sua execução (Sousa et al., 2013), sendo influenciado por diversos fatores, tais como, intensidade (Robergs, Gordon, Reynolds, & Walker, 2007), duração do exercício e tempo de descanso entre séries (Simao, de Salles, Figueiredo, Dias, & Willardson, 2012). O VO_2 e o EPOC em neste tipo de exercício tem uma relevante relação de causa e efeito entre o acúmulo de subprodutos do metabolismo e o desempenho de variáveis neuromusculares (Schott, McCully, & Rutherford, 1995), fato que pode ser explicado pela restrição interna do fluxo sanguíneo causada pela pressão imposta às veias e artérias pelos músculos durante o ciclo de contrações (de Ruiter, Goudsmit, Van Tricht, & de Haan, 2007), dessa forma, com o fluxo sanguíneo local diminuído, a quantidade local de metabólitos é aumentada, impedindo a perfusão. Ou seja, o próprio TF de AI é

causador de restrição sanguínea ao músculo em atividade (Tanimoto, Madarame, & Ishii, 2005).

Especificamente, o exercício de força é abordado nesta pesquisa devido sua prática difundida na sociedade, e o papel dos acadêmicos em investigar os efeitos dos diversos métodos existentes, neste caso, a Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS). Foi exposto que este tipo de treino é efetivo para aumentar a capacidade funcional do sistema neuromuscular (Karabulut, Abe, et al., 2010; Yasuda et al., 2011), no entanto, ainda não há conhecimento sobre os efeitos do emprego da RFS durante uma sessão de TF, a baixa intensidade, quando a variável dependente é o VO_2 . Visto que, as pesquisas realizadas nesta temática em maioria usam exercícios isolados e pouco simulam as condições de treino similares às prescritas nas academias de ginástica.

1.1 JUSTIFICATIVA

Esta investigação torna-se relevante na perspectiva do conhecimento produzido por meio da técnica do TF com RFS comparada ao tradicional de alta intensidade sobre variáveis ainda não exploradas na literatura. E com emprego de um circuito de exercício de força multiarticulares, para ambos os membros e realizados com pesos livres, como o supino horizontal (SH) e o agachamento (AGA), dentre outros. E desta maneira expor dados a respeito das alterações que ocorrem em medidas ventilatórias submetidas a este protocolo, sobretudo o consumo de oxigênio (VO_2), produzindo informações capazes de direcionar a prescrição de futuros programas de exercícios com a utilização RFS. Devido ao fato da técnica ainda não estar presente no ambiente de intervenção do profissional de educação física e não ter ultrapassado os limites dos laboratórios de pesquisas científicas. Enfim, a manipulação de indicadores ergoespirométricos durante e após o TF com a RFS ainda permanece vaga na literatura. Neste sentido, faz-se necessário uma pesquisa que venha a preencher estes espaços sobre as respostas das medidas ventilatórias em treino de força sob a metodologia tradicional e outra inovadora, a RFS.

Quando se trata de testar inovações metodológicas, muitos professores estão cientes de que a variedade dos treinos pode ser importante do ponto de vista prático, especialmente, quando um atleta ou cliente fica entediado com a rotina, ou está incapacitado de levantar altas cargas. Quanto às diversas amostras, a literatura cita que a restrição ao fluxo sanguíneo (RFS), conjugada com o TF, deve ser empregada tanto para

aqueles indivíduos que não conseguem desempenhar o exercício com altas cargas, como idosos (Patterson & Ferguson, 2011) ou que estão em processo de reabilitação, que foi a ideia inicial do método (Sato, 2005). Como também, se incluem os efeitos positivos sobre indivíduos hígidos (Pope et al., 2013; Takarada et al., 2002) e obesos (Nakajima et al., 2006).

Neste âmbito, pesquisas já reportaram as alterações que ocorrem em variáveis hormonais e sanguíneas (Abe et al., 2005; Suga et al., 2010) que causam hipertrofia e aumento da força muscular (Laurentino et al., 2012; Nielsen et al., 2012). Melhora da resistência cardiovascular, como efeito do exercício aeróbio (caminhada) com RFS (Park et al., 2010). Todavia, pouco se sabe sobre os efeitos da RFS + BI, em relação ao consumo de oxigênio e EPOC, quando a mesma é aplicada em indivíduos saudáveis e com experiência na prática de exercícios de força, que é uma atividade característica das pessoas que frequentam as academias de ginásticas, fato que justifica a realização de pesquisas nesta temática. Enfim, sabe-se que TF com RFS e cargas baixas (<50% da 1-RM) é recomendado para a obtenção de hipertrofia muscular, igualmente, o uso desta metodologia, em exercícios predominantemente aeróbios, têm revelado um aumento do consumo de oxigênio (VO_2) e do dispêndio energético (Loenneke et al., 2011), não obstante, estas as respostas ainda carecem de conhecimento científico comprovado.

O TF é amplamente aplicado quer a nível desportivo quanto ao nível da saúde. Desta forma, e consoante os seus objetivos, várias metodologias são utilizadas para atingir as diferentes finalidades. E nesta linha, o presente estudo apresentará aos profissionais de educação física, para possíveis direcionamentos na elaboração de programas com exercício força, o conhecimento das alterações que ocorrem em medidas ventilatórias durante e após um treino com BI + RFS. Por fim, cita-se que esta pesquisa fundamenta-se na linha de investigação de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde do programa de doutoramento em Ciências do Desporto da Universidade Alto Douro e Trás-os-Montes (UTAD), Vila Real, Portugal.

1.2 QUESTÃO PROBLEMA

Diante do exposto, o problema deste estudo é: será que as respostas ventilatórias durante e após sessões de treino de força apresentam diferenças entre duas técnicas: restrição de fluxo sanguíneo e tradicional de alta intensidade? Encerrando com a hipótese de que há diferenças nas variáveis ventilatórias quando comparadas estas duas

as sessões de TF. Todavia, resta saber qual tipo de intervenção causará um maior consumo de oxigênio (VO₂) durante e após as sessões de treino.

1.3 OBJETIVOS

GERAL

Analisar as respostas ventilatórias durante e após sessões de treino de força sob duas técnicas: restrição de fluxo sanguíneo e tradicional de alta intensidade

ESPECÍFICOS:

Comparar o efeito de uma sessão de TF de baixa intensidade com RFS (**BI + RFS**) e uma sessão de TF tradicional de alta intensidade (**AI**) nas respostas ventilatórias durante e após (EPOC) os exercícios;

Verificar o efeito isolado de uma sessão de TF de **BI + RFS** sobre a resposta ventilatória antes durante, e após (EPOC) a sessão de exercício;

Averiguar o efeito isolado de uma sessão de TF tradicional de alta intensidade (**AI**) sobre a resposta ventilatória antes, durante e após (EPOC) a sessão de exercícios;

Confrontar o efeito de uma sessão de treino de força de **AI** com uma de **BI + RFS** sobre a percepção subjetiva de esforço.

2

REVISÃO DE LITERATURA

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO
DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A TÉCNICA DE RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO: ORIGEM DO MÉTODO *KAATSU TRAINING*

O método *KAATSU TRAINING* foi idealizado pelo médico japonês Yoshiaki Sato em 1966, ainda quando estudante de medicina decidiu iniciar suas experimentações aplicando este treinamento no próprio corpo. Tal ideia surgiu quando ele estava meditando num templo budista, e devido ao fato de estar ajoelhado por muito tempo, sentiu uma dormência e inchaço em suas pernas e achou aquela sensação muito parecida com a que ele sentia quando realizava exercícios de força. Determinado a entender o porquê daquele fenômeno, e achando que isto acontecia devido à diminuição do fluxo sanguíneo, Sato iniciou uma série de experimentações, valendo-se do próprio corpo e submetendo seus membros a pressões superiores a 600 mmHg por tempo prolongado, chegando a ir para o hospital diagnosticado com embolia pulmonar.

Em 1973, após sofrer um acidente ele rompeu uns ligamentos e fraturou alguns ossos de seu corpo (articulações do joelho e perna), e durante o seu tratamento aplicou o método de restrição sanguínea em si mesmo, contrariando os médicos, que lhe propuseram uma intervenção cirúrgica. Entretanto, sem seguir essas recomendações e com intuito de prevenir a atrofia muscular, ele obteve resultados positivos após duas semanas, pela hipertrofia da musculatura lesionada, fato que surpreendeu os médicos que defendiam o tratamento tradicional. Pois se uma pressão excessiva for continuamente aplicada, nestas situações, podem ocorrer lesões nos tecidos musculares e vasos sanguíneos (Blaisdell, 2002).

Esta técnica foi, e ainda está sendo, amplamente pesquisada, de forma a se determinar a intensidade da pressão a ser aplicada para reduzir o fluxo de sangue à musculatura sem causar danos às estruturas dos vasos sanguíneos (Blaisdell, 2002; Loenneke, Thiebaud, Abe, & Bembem, 2014). Contudo, ainda não há estabelecido na literatura um valor padrão de pressão de restrição de fluxo sanguíneo para ser aplicadas em sessões de exercício de força, seja aeróbio ou anaeróbio. Devido às variações no tamanho dos membros, vasos sanguíneos, percentual de gordura, circunferência dos membros e na força muscular, existe grande dificuldade em se determinar a pressão segura para cada indivíduo para o emprego desta metodologia de treino.

Nesta perspectiva, o médico japonês conseguiu estabelecer e criar alguns parâmetros para se determinar a pressão adequada no treinamento de força de baixa intensidade, partindo do conhecimento que ele mesmo produziu sobre o tema. O método foi denominado de KAATSU TRAINING, uma junção de uma palavra do inglês (training), com uma do japonês (Kaatsu) que significa adicional (“Ka”) pressão (“atsu”). Com a consecução das pesquisas, o método, no início foi tratado como exercício físico com oclusão vascular, e atualmente evoluiu para Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS), visto que, o termo oclusão não representava o que era aplicado com os manguitos, torniquetes ou cintas (fitas) elásticas, aos membros exercitados. Na verdade, ocorre uma diminuição do fluxo sanguíneo e não uma interrupção total.

Somente no ano de 1983 ele generalizou o método para o uso público, e 1994 patenteou a técnica no Japão, nomeada como importante invenção tecnológica utilizando as leis da natureza. A partir disto, o método ganhou popularidade no mundo atlético, e muitos atletas reportaram sua eficácia e melhoraram seu desempenho no esporte. Ao mesmo tempo, estudos foram desenvolvidos com objetivo de explicar cientificamente os eventos que justificavam sua eficácia, sobre parâmetros metabólicos e mecânicos (Pearson & Hussain, 2015). Como aumento agudo da concentração de hormônios (Iida et al., 2007; Takarada, Takazawa, & Ishii, 2000a) e atividade elétrica (Izquierdo et al., 2009; Karabulut, Cramer, Abe, Sato, & Bembem, 2010), que sinalizam o aumento da síntese proteica (Fujita et al., 2007), com efeito crônico sobre a massa e força muscular (Gualano et al., 2010; Karabulut, Abe, et al., 2010; Laurentino et al., 2008; Takarada et al., 2002).

Conforme a literatura, a técnica da RFS é baseada numa redução de fluxo sanguíneo local e utilização de baixas cargas (no máximo 50% 1-RM), o que já foi observado que causa significativas mudanças na atividade neuromuscular (Fujita et al., 2007; Karabulut, Abe, et al., 2010). Yasuda et al. (2011) demonstraram, por meio da eletromiografia, que, apesar da verificação do efeito isolado da RFS, as adaptações musculares foram melhores para o treino de alta intensidade (AI). Contudo, os autores observaram mudanças semelhantes quando houve a combinação do treino de BI + RFS com o de AI. Para isto, foram estudados 40 homens divididos em quatro protocolos de supino horizontal, três vezes por semana, durante seis semanas: AI (75% 1-RM), BI + RFS (30% 1-RM + 100 – 160 mmHg), combinado [AI (uma vez por semana) e BI + RFS (duas vezes por semana)] e controle (sem treino).

Observam-se também, alterações metabólicas intramusculares, como diminuição do pH e da concentração de fosfocreatina (PCr), adicionando que, um maior estresse é alcançado com uma pressão de RFS de 200 mmHg em comparação com o mesmo exercício executado a 150 mmHg, e ainda menos acentuado a 100 mmHg (Suga et al., 2009), porém, nesta pesquisa, o exercício de alta intensidade (65% 1-RM) provocou a maior resposta metabólica. É relatado uma diminuição significativa das concentrações de miostatina (Laurentino et al., 2012) após oito semanas de treino de baixa intensidade (20% 1-RM) com RFS (cerca de 95 mmHg) comparado ao exercício sem a RFS, e com desfecho semelhante ao treino com altas cargas (80% 1-RM). A RFS (20% 1-RM + 100 mmHg) causou significativa proliferação das células satélites após três semanas quando comparada com a situação sem RFS (Nielsen et al., 2012). Ainda mais, foi atestado que a RFS causa efeito sobre a densidade mineral óssea similar ao exercício intenso (Loenneke, Young, et al., 2012).

Algumas pesquisas investigaram a atividade elétrica do músculo submetido à RFS, e conforme Moore et al. (2004), as respostas fisiológicas neuromusculares relacionadas ao treinamento de força com restrição vascular (100 mmHg de pressão e intensidade a 50% de 1RM) foram associadas à alta atividade eletromiográfica e rápido recrutamento de unidades motoras. Acredita-se que durante a execução do exercício com a diminuição do fluxo sanguíneo o padrão de recrutamento de unidades motoras é aumentado em consequência do acúmulo de metabólitos (Suga et al., 2009). Isto também pode ser explicado provavelmente devido à condição de hipóxia, o que resulta em um ambiente ácido ocasionando maior participação de unidades motoras compostas por fibras rápidas (tipo II) (Moritani, Sherman, Shibata, Matsumoto, & Shinohara, 1992; Takarada et al., 2000a).

Na mesma linha de pesquisa, contudo, em amostra composta por 37 idosos, Karabulut, Abe, et al. (2010) não encontraram diferenças significativas entre os valores obtidos na força muscular em treinos a 20% de 1RM com restrição vascular e a 80% de 1RM sem restrição de fluxo. Os autores relataram que os ganhos para o grupo de alta intensidade foram semelhantes aos obtidos em baixa resistência com RFS. Já Neto et al. (2014), verificaram, em 12 atletas, que a RFS não causou efeito agudo sobre perda da capacidade de geração de força (eletromiografia), visto que, não houve diferença para a série desempenhada com ou sem o uso da técnica. Para isto, os autores aplicaram dois protocolos, um de alta intensidade (80% 1-RM) e outro de baixa intensidade (20% 1-RM) e com a técnica de RFS (110 mmHg).

Em referência às mudanças metabólicas, neuromusculares e endócrinas, cita-se um estudo que concluiu que a técnica de restrição de fluxo quando confrontada, ora com a situação controle (mesma intensidade e sem a RFS) ou com o treino de alta intensidade, provocou maiores concentrações de lactato (80% de 1 RM vs 40% de 1RM com RFS) (Takarada et al., 2000b). Alterações metabólicas intramusculares e níveis de acidose semelhantes foram encontradas entre um protocolo de AI (65% 1-RM) e um de baixas cargas (30% 1-RM) conjugado com a RFS (147 mmHg) (Suga et al., 2010). É reportado que duas semanas de treino com baixas cargas (20% 1-RM) conjugado com a RFS aumenta significativamente as concentrações de hormônios, como o do crescimento (GH), as catecolaminas, e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) em comparação a situação sem a RFS (Abe et al., 2005).

2.2 METABOLISMO E MENSURAÇÃO DE MEDIDAS VENTILATÓRIAS: A TÉCNICA DA ERGOESPIROMETRIA

Segundo Marchini, Fett, Fett, & Suen (2005), são três os principais componentes do dispêndio energético diário: a taxa metabólica de repouso (TMR), o efeito térmico do alimento (ETA) e a termogênese da atividade física (TAF). A TMR é a energia mensurada quando o indivíduo encontra-se na posição supina, pela manhã, depois de dormir, ou em estado pós-absortivo, o que representa o custo energético para a manutenção das funções vitais (McArdle, Katch, & Katch, 2010), sendo esta a que será utilizada, na presente tese, para as comparações com as situações do exercício, isto é, apresentar-se-á o quanto o EF com ou sem a RFS elevou o VO_2 acima dos valores de repouso e por quanto tempo.

Para se quantificar o dispêndio energético, utiliza-se o conhecimento de que este processo tem como consequência a liberação de calor, e este calor pode ser quantificado diretamente, por meio da calorimetria direta ou indiretamente. A Calorimetria direta utiliza uma câmara de calorimetria em que o indivíduo fica no seu interior durante o período em que pretende medir o dispêndio energético. Normalmente, esses períodos são longos, geralmente 24 horas (Melby, Ho, & Hill, 2003), o que inviabilizam seu uso para quantificar o gasto energético durante exercícios físicos, porque como a dissipação do calor é demorada não nos permite com segurança saber em que determinado momento é que o organismo está a produzir esse calor e conseqüentemente a dispende essa energia.

Devido à dificuldade, referida anteriormente, quando se pretende mensurar o dispêndio energético durante e após sessão de exercícios físicos opta-se por métodos de calorimetria indireta, principalmente pela análise dos gases inspirados e expirados (Melo, Tirapegui, & Ribeiro, 2008). Esta técnica é a mais usada nos meio científico, por não ser invasiva, ser verificada grande reprodutibilidade e facilidade na sua utilização durante a prática dos exercícios físicos. Há os métodos indiretos, como a água duplamente marcada, que mede gasto energético através da administração oral de uma dose de água que contenha isótopos alternados de oxigênio (O₂) e hidrogênio (H) e posterior análise da urina (Conway, Seale, Jacobs, Irwin, & Ainsworth, 2002). Porém, os referidos são igualmente inviáveis, dado a impossibilidade da avaliação durante os EF.

No entanto, a aplicação da calorimetria indireta para a determinação do custo energético é eficaz primordialmente em exercícios onde a predominância é aeróbia e há uma estabilização do VO₂ (Melo et al., 2008). Desta maneira, como durante o exercício de força não se observa uma estabilização do VO₂, devido sua característica de alta intensidade e curta duração, a mensuração do dispêndio energético não é precisa, visto que, o consumo de oxigênio traduz apenas a fração aeróbia da produção de energia durante o exercício (W.J. Kraemer, Fleck, & Deschenes, 2011). Para tentar solucionar o problema, outras metodologias são propostas para medição da fração anaeróbia, tais como, a medida do consumo de oxigênio (VO₂) durante e após o exercício (EPOC), o déficit de oxigênio acumulado durante o exercício e as concentrações de lactato sanguíneo (Reis, Júnior, Zajac, & Oliveira, 2011; Scott, 2006, 2014).

A produção de energia anaeróbia e aeróbia são representadas por duas interpretações diferentes de captação de O₂: aquela que contém um componente anaeróbio e outra que mensura do consumo de oxigênio (Scott, 2014). Desta maneira, nesta pesquisa, podemos afirmar qual a contribuição do metabolismo aeróbio, já que, a estrutura metodológica da sessão de exercícios prescrita somente nos permite a quantificação do VO₂ durante e após sessão de exercícios. A bioenergética dos EF é pouco conhecida (Scott, 2006), as pesquisas utilizam as medidas fisiológicas do consumo de oxigênio (VO₂) durante e após o exercício (EPOC), o déficit de oxigênio acumulado durante o exercício e as concentrações de lactato sanguíneo (Reis et al., 2011) para mensurar o gasto energético.

O consumo de oxigênio após os exercícios (EPOC) ocorre devido a inúmeros fatores fisiológicos, como o aumento da temperatura, manutenção da circulação

sanguínea, alta ventilação (VE) são relacionados a altos valores de VO₂ na primeira hora subsequente à sessão de exercícios de força (Borsheim & Bahr, 2003). Da mesma forma que o dano muscular, as repostas hormonais e a depleção dos substratos energéticos causam elevação das respostas hormonais e depleção dos substratos (Schuenke, Mikat, & McBride, 2002). Altos valores de EPOC e estão relacionados à intensidade, velocidade de execução e tempo de repouso (Kang, Mangine, Ratamess, Faigenbaum, & Hoffman, 2007; Reis et al., 2011; Sousa et al., 2013). Alguns autores dividem o valor de EPOC em 2 ou 3 períodos: ultra rápido, rápido e longo (Castinheiras Neto, Silva, & Farinatti, 2009) ou em rápido e longo (Borsheim & Bahr, 2003). Paoli, Moro, and Bianco (2014) classificam em duas fases: curto prazo (causado pelo débito de oxigênio) e de longo prazo (devido à restauração da homeostase).

Quanto ao dispêndio energético durante os exercícios de força, medidos por diversas técnicas de calorimetria indireta, os valores variam em torno de 4 a 5 Kcal/min (Phillips & Ziuraitis, 2003), ou até mesmo chegando de 30 a 40 kcal/min (Bloomer, 2005; Reis et al., 2011). A amplitude destes dados explica-se pelo fato das pesquisas serem realizadas com diferentes amostras, formas de prescrição do exercício, principalmente em relação à intensidade e volume, e diferentes metodologias de calorimetria indireta utilizadas. Durante o exercício de força não há um estado estável do consumo de oxigênio e produção de gás carbônico (Pinto, Lupi, & Brentano, 2011). A explicação fisiológica é que em resposta ao desempenho de exercícios de força ocorre uma maior produção de íons de hidrogênio (H⁺) e consequente tamponamento pelo bicarbonato, resultando num excesso de CO₂ (Scott & Kemp, 2005). Em outras palavras, os valores de quociente respiratório acima de 1.00 observados durante o TF são geralmente providos de um resultado não respiratório da VCO₂ (Gastin, 2001; Scott, 2014)

Dentre as técnicas indiretas cita-se a ergoespirometria, que mensura o custo energético por meio da análise do oxigênio consumido (VO₂), do gás carbônico produzido (VCO₂) e, ainda, do quociente respiratório ($R = VO_2/VCO_2$), apontando assim a quantidade de energia necessária para a realização dos processos metabólicos. Para tal, é mencionada o aparelho K4b² (COSMED, Roma, Itália), validado cientificamente (Duffield, Dawson, Pinnington, & Wong, 2004; McLaughlin, King, Howley, Bassett, & Ainsworth, 2001) e reconhecido (Shephard & Aoyagi, 2012) para mensuração das variáveis ventilatórias como o VO₂ e VCO₂, como também da ventilação (VE) e frequência cardíaca (FC). Acrescentando que, o referido equipamento

é o utilizado neste trabalho, e que é empregado na literatura para validar outros analisadores de gases (Brisswalter & Tartaruga, 2014; Romanzini, Petroski, Ohara, Dourado, & Reichert, 2014).

2.3 RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS VENTILATÓRIAS À RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO

De salientar, que seja do nosso conhecimento, não existe, até ao momento, nenhum estudo publicado que faça a análise do uso do método de RFS em relação às variáveis ventilatórias com o uso de exercícios do treino de força. Contudo, com a utilização de exercícios aeróbios, Loenneke et al. (2011) observaram que o uso de fitas elásticas, de forma a restringir o fluxo sanguíneo nos membros inferiores (posicionados na parte superior das coxas) causava um aumento do consumo de oxigênio (VO_2), dispêndio energético (DE), frequência cardíaca (FC), em 10 indivíduos, de ambos os sexos, durante a prática da caminhada. Os exercícios foram prescritos em duas situações de caminhada em esteira uma com RFS e outra sem, em ambas foram executadas cinco séries de dois minutos a velocidade de 75 m/min, com um minuto de intervalo entre cada.

Em uma metodologia semelhante, Park et al. (2010) com 12 atletas de elite e divididos em dois grupos, um praticou a caminhada com a restrição de fluxo sanguíneo e outro apenas a caminhada. Para ambos foi empregado um treino aeróbio (caminhada) composto por cinco séries de três minutos em esteira (4-6 Km/h e 5% de inclinação) com um minuto de descanso entre as séries, com frequência de duas vezes por dia, seis vezes por semana, durante 14 dias. Para a situação com a RFS, realizada com um aparelho com cintos pneumáticos automáticos e posicionados em ambas as pernas, as pressões iniciais foram de 160 mmHg e acrescidas de 10 mmHg a cada dia até atingir a pressão final de 220 mmHg. Por fim, os resultados indicaram que o VO_2 máximo e VE máxima foram significativamente superiores para o treino com RFS, apontando que a caminhada com a RFS pode ser utilizada na reabilitação de atletas para manter ou melhorar a performance aeróbia.

Ainda com uma abordagem de treino aeróbia Abe, Kearns, and Sato (2006), analisaram os efeitos agudos e crônicos da caminhada com e sem RFS sobre variáveis hormonais, sanguínea, neuromusculares e ventilatórias. Os autores avaliaram em 11, homens (divididos em dois grupos) a resposta aguda do consumo de oxigênio em duas

situações de caminhada, com e sem RFS. Em ambas a caminhada foi em esteira a velocidade de 50 m/min, sendo cinco séries de dois minutos, com intervalo de 60 segundos. A RFS foi aplicada seguindo o mesmo modelo adotado por Park et al. (2010), parágrafo acima. Conforme os resultados o VO_2 foi mais elevado para o grupo que treinou com a RFS, com um delta de variação de 14%. Os pesquisadores sugerem que o *KAATSU TRAINING* pode ser benéfico para diversas populações, principalmente para aqueles indivíduos que não conseguem tolerar o treino de alta intensidade.

O emprego da técnica de *KAATSU TRAINING* também foi testada sobre parâmetros hemodinâmicos sem estar conjugada com os exercícios físicos, seja aeróbio ou anaeróbio. Iida et al. (2007) aplicaram em ambas as pernas pressões de restrição de 200 mmHg com os indivíduos não treinados e na posição ortoestática. E constataram uma diminuição significativa do débito cardíaco e volume sistólico, o qual foi igualado aos valores de repouso, enquanto que a frequência cardíaca e atividade simpática foram mais elevadas. Tais fatores causaram um decréscimo do retorno venoso durante a RFS. Desta maneira, foi atestado que este protocolo pode ter o potencial de reduzir um efeito de descondição cardiovascular, causado por inúmeros fatores, sem a presença do exercício físico. No final, é afirmado que a RFS isolada parece ser uma alternativa para contrabalancear os efeitos deletérios das pressões negativas a que são submetidos os astronautas que estão em órbita.

Já, especificamente para os EF, Tanimoto et al. (2005) com seis homens treinados indicaram que o nível de oxigenação durante o exercício de extensão de pernas com uso da RFS (30% 1-RM com 200 mmHg) foi mais baixo que entre os outros regimes de exercício (50% 1-RM vs isométrico vs 80% 1-RM), indicando que a restrição sanguínea marcou mudanças no nível de oxigenação muscular. Porém, não foi usado um analisador de gases e sim a espectroscopia para medir a oxigenação do músculo em atividade. Além de que, apesar dos autores utilizarem quatro regimes de treino diferentes, isolando o efeito da RFS, todos foram compostos por um único exercício para o membro inferior, o que não condiz com a variedade de exercícios executados durante uma sessão de treino de força em ambientes de academias de ginástica.

Quanto à frequência cardíaca, Okuno, Pedro, Leicht, de Paula Ramos, and Nakamura (2014) apontaram que a mesma é diferente entre as sessões de TF com ou sem RFS, com os maiores valores para o exercício de alta intensidade comparado com o de baixa intensidade com RFS, que por sua vez foi mais elevado que o treino de baixa

intensidade. Entretanto, este estudo pouco simula as condições de um treino de força composto por exercícios multiarticulares e executados alternados por segmento. Os autores prescreveram três protocolos, apenas para o exercício *leg press*: a) quatro séries de oito repetições e mais uma até a exaustão, a 80% de 1-RM; b) quatro séries de 16 repetições e mais uma até a exaustão, a 40% de 1-RM com a RFS; c) quatro séries de 16 repetições, e mais uma, com as mesmas repetições da série até a exaustão da situação com RFS, a 40% de 1-RM.

Como um efeito crônico da RFS, cita-se que a condição de hipóxia intramuscular promovida pode estimular aumentos na capilarização com implicações para melhorias posteriores na resistência muscular localizada (Pope et al., 2013). A situação de isquemia e reperfusão, ocasionada pela restrição de fluxo por meio de manguito durante os exercício de força, provoca uma diminuição do suprimento de oxigênio ao músculo e que junto com depleção dos estoques de energia produzem um acúmulo de ácido láctico e diminuição o pH (Wang, Baynosa, & Zamboni, 2011). Exercício como a caminhada já demonstrou efeito positivo sobre variáveis ventilatórias (Loenneke et al., 2011; Park et al., 2010).

Com intuito de analisar o efeito da compressão sanguínea em 16 homens, ocasionada por fitas elásticas, sobre os níveis de oxigenação do músculo gastrocnêmio, Coza, Dunn, Anderson, and Nigg (2012) mensuraram, por espectroscopia, os níveis oxigênio tecidual em duas sessões experimentais (*cross-over*). Da seguinte forma, os sujeitos realizaram 40 repetições de flexão plantar por minuto durante dois minutos com a RFS aplicada na parte inferior da perna. Um período de repouso de 10 minutos entre cada sessão foi aplicada para eliminar os efeitos da fadiga. Durante cada ensaio, o fluxo de sangue numa das pernas era restrito no início do exercício enquanto que a outra perna sem restrição. Foi observado que a compressão sanguínea induziu uma melhoria na recuperação da oxigenação do tecido exercitado, fato que pode influenciar positivamente o desempenho físico de atletas, especialmente em esportes que requerem sessões curtas e repetidas de exercício.

Diante do exposto, percebe-se que as pesquisas já indicam a influência da utilização da RFS sobre as variáveis ventilatórias, todavia em exercícios aeróbios. Entretanto, para o treino de força estas medidas são pouco exploradas, visto que, a maioria dos estudos enfatizam as variáveis relacionadas aos ganhos de força (ativação motora, níveis de força muscular, inervação dos tipos fibras) alterações hemodinâmicas (frequência cardíaca) e metabólicas (concentrações de lactato e hormônios) em resposta

ao treino de BI + RFS. Ou seja, torna-se pertinente a consecução deste estudo de modo a produzir novas informações a respeito do efeito agudo da restrição ao fluxo sanguíneo sobre o consumo oxigênio em indivíduos aparentemente saudáveis submetidos à execução de uma sessão de exercícios de força.

3

MATERIAIS E MÉTODO

RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa com delineamento cruzado (*cross-over*), posto que, todos os tratamentos são aplicados de forma aleatória às mesmas unidades experimentais (Wong, 2014). Ou seja, houve randomização da amostra nas sessões experimentais. O estudo também apresenta um caráter unicego, ou seja, apenas a equipe de investigação sabia qual o tipo de intervenção seria aplicada em cada coleta (Hochman, Nahas, Oliveira Filho, & Ferreira, 2005).

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população é composta por homens adultos praticantes de exercícios de força da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. Antes da seleção do número amostral, foram realizados, com dois indivíduos, os dois protocolos desta pesquisa (um com intensidade 80% de 1-RM, e outro a 20% de 1-RM com RFS), obedecendo todos os procedimentos metodológicos, em forma de um estudo piloto. Deste modo, a partir dos valores das médias de cada sessão, foi estimado, para o teste *Anova Repeated Measures (F test)*, no programa Gpower® (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007), o tamanho de efeito, estabelecido no valor de 1.9. Com este valor de efeito, realizou-se o cálculo *a priori* do número mínimo de indivíduos para compor a amostra, estabelecendo-se um erro de estimação α de 5%, e poder β de 80% e uma correlação de 0.5 entre as medidas, foi estimado um número mínimo de 6 indivíduos. Este tipo de análise provê um eficiente método de controle do poder estatístico antes do estudo ser conduzido (Faul et al., 2007).

Os critérios de inclusão foram os seguintes: estar regularmente praticando exercícios de força há no mínimo um ano com uma frequência semanal de treino três sessões; estar familiarizado com a execução de exercícios multiarticulares com carga livre, como o agachamento e o supino; idades compreendidas entre 18 a 30 anos; responderem negativamente ao questionário PAR-Q (Anexo 1); não estar acometido de doenças cardiovasculares; e não apresentar nenhum tipo de lesão musculoesquelética nos últimos seis meses que antecederam a pesquisa. Por fim, levantar, no mínimo, uma carga equivalente a sua massa corporal no teste de 1-RM para o exercício supino. Tais

critérios asseguram que a amostra tem experiência com EF (Keogh, Wilson, & Weatherby, 1999).

Foram estabelecidos os como critérios de exclusão: indivíduos sujeitos a medicação passível de influenciar na resposta ao esforço físico; ser fumante; ter diagnóstico de hipertensão arterial; não aceitarem participar do estudo; não concluírem alguma das sessões experimentais ou não participar da semana de familiarização do protocolo experimental.

Destarte, a amostra foi composta por 8 homens treinados em EF. Selecionados entre os praticantes de exercícios de força nesta cidade. Para triagem, foram distribuídos e fixados panfletos com a divulgação dos propósitos do estudo em ambientes da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e em locais públicos (Apêndice 1). Ademais, cita-se que os mesmos foram randomizados em duas sessões experimentais conforme indicam Urbaniak e Plous (2013), pelo site <http://www.randomizer.org/>.

3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Esta investigação teve seu projeto preliminar de pesquisa submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, tendo sido aprovado e registrado por meio do Protocolo 0476/13 (Anexo 2). Todos os voluntários que decidiram por participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 2). Não houve qualquer tipo de compensação financeira pela participação. Os voluntários foram devidamente esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos do estudo e informados sobre os possíveis riscos e benefícios, além da confidencialidade das informações adquiridas. O monitoramento e segurança dos dados são de responsabilidade do pesquisador. Salientando que os riscos envolvidos na participação deste estudo são baixos e que se declara não haver conflitos de interesse.

3.4 DESENHO DA PESQUISA

De início, houve uma semana para familiarização da amostra com os exercícios de força com BI + RFS ou AI, e com o uso do $K4b^2$, equipamento utilizado na mensuração do VO_2 , simulando o que seria desempenhado nas sessões experimentais, de modo que, cada indivíduo esteve no mínimo três vezes durante esta semana. Estas

sessões aconteceram sempre pela manhã (oito horas) no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE), do Departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Em seguida, a pesquisa foi desenvolvida em quatro sessões de coleta de dados, na primeira sessão foram apresentados todos os procedimentos inerentes ao presente estudo, bem como os possíveis desconfortos que dele podem advir. Após estes procedimentos e esclarecidas todas as dúvidas, os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre esclarecido, elaborado segundo a declaração de Helsinki (Williams, 2008). Após este procedimento, foram aplicados os questionários de forma a garantir que os sujeitos cumpririam os critérios de inclusão e exclusão. Ainda no mesmo dia, foram mensuradas as variáveis antropométricas e realizado o primeiro teste de carga de uma repetição máxima (1-RM). Bem como, a medida da pressão sanguínea, conforme indicam Laurentino et al. (2008), para estabelecer a pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) a ser aplicada na sessão experimental. Que é calculada pela estimativa percentual do valor estabelecido no momento em que cessa o som da pulsação auscultada, por meio de *doppler* vascular, na artéria braquial, para os membros superiores, e tibial, para os inferiores. Este valor é considerado 100% da RFS, e para sessão experimental foi determinado um valor de pressão que representa 80% desta medida.

No segundo encontro foram realizados apenas os retestes para a avaliação da carga máxima (1-RM), respeitando sempre o intervalo de 72 horas (Bickel et al., 2005). No terceiro e quarto dias foram aplicadas as sessões experimentais randomizadas, uma com baixa intensidade (20% 1-RM) com RFS e outra tradicional de alta intensidade (80% 1-RM). De forma que, com os primeiros resultados (dois indivíduos) foi realizado um cálculo amostral. Tudo está resumido conforme representado na figura 1.

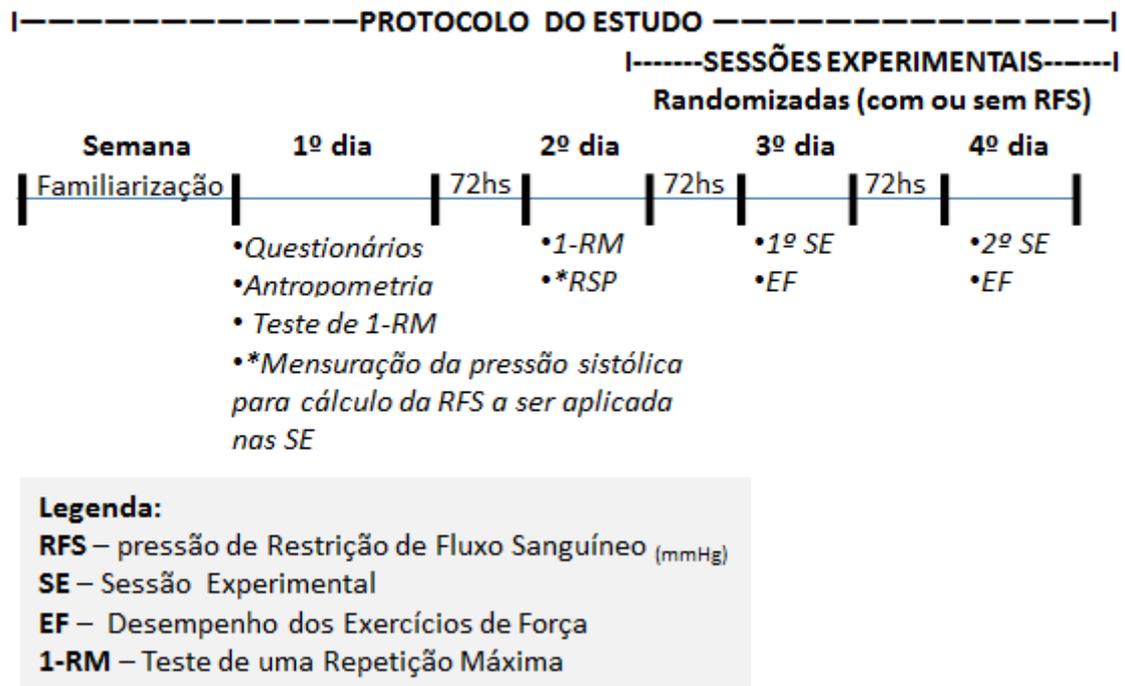


Figura 1: Protocolo do estudo

3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

3.5.1 Variáveis independentes

- Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS);
- Treino de força de tradicional de alta intensidade (AI).

3.5.2 Variáveis dependentes

- Consumo de oxigênio (VO_2) absoluto e relativo;
- Excesso de consumo de oxigênio após o exercício (EPOC)
- Produção de gás carbônico (VCO_2);
- Ventilação (VE);
- Frequência Cardíaca (FC);
- Percepção subjetiva de esforço (escala OMNI-RES).

3.5.3 Covariáveis

- Tempo de duração de cada Sessão Experimental (SE);

- Medida de volume de trabalho (VT).

3.6 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA COLETA DE DADOS

Questionários

Foi aplicado um questionário de anamnese para obtenção de informações de identificação, estilo de vida e hábitos gerais de saúde (Apêndice 3), com intuito de garantir o cumprimento dos critérios de inclusão e exclusão elencados. Para avaliação da prontidão preventiva para realização de exercício físico, o PAR-Q teste (Anexo 1), optando-se pela inclusão ou rejeição dos indivíduos na amostra. Sendo assim, o pesquisador orientou os sujeitos no caso de surgirem dúvidas em relação às perguntas aplicadas. Esta etapa ocorreu em um ambiente devidamente arejado e cômodo do Laboratório de Cineantropometria da Universidade Federal da Paraíba-UFPB (LABOCINE).

Antropometria

As medidas antropométricas foram obtidas na sala de avaliação física do LABOCINE. Os indivíduos foram previamente orientados quanto às medidas e restrições a serem tomadas para a realização de uma avaliação física, tudo consoante indica Sousa (2008). A massa corporal (MC) (kg) foi quantificada em uma balança antropométrica (Filizola, São Paulo, Brasil) com precisão de 100g e capacidade máxima de 150 kg, e a estatura (cm) em um estadiômetro (Cardiomed, Curitiba, Brasil) com precisão de um milímetro. Para estimar a composição corporal utilizou-se um aparelho de bioimpedância (BIA) tetrapolar (Bodystat, Ilha de Men, Reino Unido) modelo 1500, cuja colocação dos eletrodos obedeceu a seguinte orientação: pé direito, eletrodo distal na base do dedo médio e o proximal entre os maléolos medial e lateral, para a mão direita, eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal coincidindo com o processo estilóide, a distância entre os eletrodos acima de cinco centímetros e o indivíduo em posição de decúbito dorsal com pé e mão direitos ligeiramente afastados do tronco (Lukaski, Bolonchuk, Hall, & Siders, 1986). Por este meio foi estimado o percentual de gordura corporal (%G) e a quantificação da massa magra (MM) (kg).

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

Na avaliação da percepção subjetiva do esforço (durante a sessão experimental), os sujeitos foram instruídos antes da intervenção sobre a utilização da escala OMNI-RES (Robertson et al., 2003) (Anexo 3). Imediatamente após o final da última repetição de cada série, os voluntários foram questionados em uma escala de zero (extremamente fácil) a dez (extremamente difícil), sobre o grau de intensidade percebido após o esforço no corpo em geral. Dessa forma, cada indivíduo pronunciou o valor na escala que estava visivelmente posicionada a sua frente. Como foi mensurada após cada série, de um total de três, e para cada exercício, que foram quatro, no total a PSE foi avaliada 12 vezes consecutivas, sendo considerada a média destas medidas como valor total da sessão de treino.

Determinação da Carga máxima (1-RM)

A determinação de carga máxima foi realizada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM), conforme indicado por (Dias et al., 2013). Neste protocolo tenta-se executar apenas uma repetição com o máximo de carga possível, e se houver uma incapacidade funcional de vencer a resistência oferecida, ou mais de uma repetição, um ajuste de carga era efetuado e o teste reexecutado, por no máximo três tentativas. Sempre respeitando um descanso de cinco minutos, intervalo para reestabelecimento do sistema anaeróbio (ACSM, 2013; W.J. Kraemer et al., 2011; McArdle et al., 2010). Para cadenciar a repetição havia um metrônomo (*Timex portable metronome, Connecticut, EUA*) a ditar o ritmo de execução dos exercícios, assentado em 52 bpm em compasso binário, mesma velocidade aplicada nas coletas de dados.

Foram realizadas duas sessões separadas por 72 horas de descanso, com intuito de avaliar a confiabilidade das medidas, o valor final foi determinado pela média dos dias de coleta. Os indivíduos executaram os testes para os exercícios Supino Horizontal (SH), Agachamento com barra (AGA), Remada Inclinada (RI) e Levantamento Terra (LT), nesta sequência, e executados conforme indicado por Delavier (2006), obedecendo-se um intervalo de 10 minutos entre os exercícios. Primeiramente foi estimado pelo sujeito a sua carga máxima no exercício a ser realizado, de acordo com sua experiência prévia, para que executasse apenas uma repetição. Na sequência, houve um aquecimento específico com 50% da carga estimada, sendo executada em duas

séries de 15 repetições, seguido por um intervalo de cinco minutos, e depois foi desempenhado o teste. Todos os indivíduos receberam informações padronizadas a respeito dos procedimentos do teste e técnica do exercício, além da verbalização motivacional. Para esta avaliação foram utilizados pesos livres (anilhas) e barras com presilhas (Panatta, Apiro, Itália). Abaixo, na tabela 1, são apresentados os valores descritivos e alta confiabilidade dos testes verificada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI).

Tabela 1: Valores descritos (média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de correlação intraclasse) para os testes de força (1-RM).

Exercício	Teste	Reteste	CCI
SH (kg)	111.5 ± 23.7 (80 – 152.5)	113.6 ± 23.4 (85 – 155.5)	0.997*
AGA (kg)	106.9 ± 15.8 (90 – 132.7)	107.4 ± 13.5 (92 – 132.7)	0.969*
RI (kg)	91.9 ± 11.7 (70 – 108)	93.1 ± 12.4 (93.0 – 10.5)	0.980*
LT (kg)	121.6 ± 25.1 (80 – 152.5)	121.5 ± 25.1 (84 – 150)	0.984*

Legenda: SH – Supino Horizontal; AGA – Agachamento; RI – Remada Inclinada; LT – Levantamento Terra. *valor significativo ao nível de 1%.

Medida de volume de trabalho (VT)

O trabalho total realizado em ambas as sessões (tradicional de alta intensidade ou de baixa intensidade com restrição do fluxo sanguíneo), foi calculado conforme indicam Kraft, Green, e Gast (2014) para o exercício de força. Para isto, determina-se o volume de trabalho (VT) (séries x repetições x percentual de carga máxima). Para o treino de AI o VT foi calculado com três séries, oito repetições a 80% de 1-RM e para BI + RFS também com três séries, porém a intensidade de 20% de 1-RM e 15 repetições. O VT foi estabelecido pela soma do volume de cada exercício de força (supino, agachamento, remada inclinada, levantamento terra).

Determinação da Pressão de Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS) a ser aplicada nas sessões experimentais

A determinação da pressão sanguínea, ocorreu em decúbito dorsal e com a utilização de um torniquete pneumático clássico, referência 146-5225 e leitura de até 700 mmHg (Riester, Jungingen, Alemanha) com largura 9 cm e comprimento de 57 cm

para o braço e largura de 13 cm e comprimento de 96 cm para a perna, e um aparelho *Doppler* Vascular Portátil, modelo DV2001 (Medpej, Ribeirão Preto, Brasil) (Figura 2). A pressão sanguínea foi medida nos membros inferiores e superiores, conforme preconizado na literatura (Gualano et al., 2010; Laurentino et al., 2012), o torniquete foi colocado na região inguinal da coxa e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial seja interrompido (membro inferior), estabelecido como 100% de RFS. O mesmo ocorreu para os membros superiores, com o torniquete colocado na porção medial do braço e inflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria braquial seja interrompido. Tais medidas indicaram a pressão sistólica correspondente ao valor de 100% da restrição parcial do fluxo sanguíneo (RFS). E a partir disto determinou-se para cada indivíduo 80% deste valor (mmHg) a ser aplicado na sessão experimental (SE) com BI + RFS. A descrição (média e desvio padrão) dos valores (em mmHg) para as pressões de restrição sanguínea aplicadas foi de 111 ± 5 mmHg para os membros superiores e para os membros inferiores 115 ± 4 mmHg.



Figura 2: *Doppler* vascular portátil (a) e torniquete pneumático (b)

Desta maneira, para a SE com RFS, os indivíduos desempenharam os exercícios de força com o torniquete pneumático inflado, no membro superior ou inferior, na pressão determinada (80%) e com intensidade de 20% de 1-RM. Especificando que, nos intervalos entre as séries os manguitos eram desinflados, e que o valor de 80% de RFS durante o EF de baixa intensidade já foi empregado em pesquisa antecedente por Laurentino et al. (2012). Além disto, trata-se de uma forma de prescrição de TF com RFS aceita na literatura (Loenneke, Fahs, et al., 2012).

Mensuração do consumo de oxigênio, EPOC e produção de gás carbônico ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), frequência cardíaca (bpm) e ventilação (l/min)

Para mensuração destas variáveis (antes, durante e após as sessões experimentais) foi utilizado um aparelho de ergoepirometria, com uso de uma unidade portátil do analisador de gases, o *K4b²* (*COSMED*®, Roma, Itália) (Figura 3). Antes de cada coleta, a unidade portátil foi calibrada de quatro formas: a calibração do ar ambiente (*room air*), calibração do tempo (*delay*), calibração da turbina, e por fim, com uma mistura de gás conhecida (16% O₂ e 5% CO₂), consoante as indicações do fabricante. Sabendo que, antes de cada utilização o equipamento foi ligado durante 45 minutos para realizar o aquecimento recomendado (Cosmed, 2008). Os dados foram obtidos respiração por respiração, os mesmos eram enviados para um computador portátil através de telemetria. Foram coletados o consumo de oxigênio (VO₂) absoluto e relativo, EPOC, produção de dióxido de carbono (VCO₂), frequência cardíaca (FC), e ventilação (VE). Ademais, para o EPOC as variáveis foram medidas de cinco em minutos durante 30 minutos após o exercício, totalizando seis medidas repetidas.

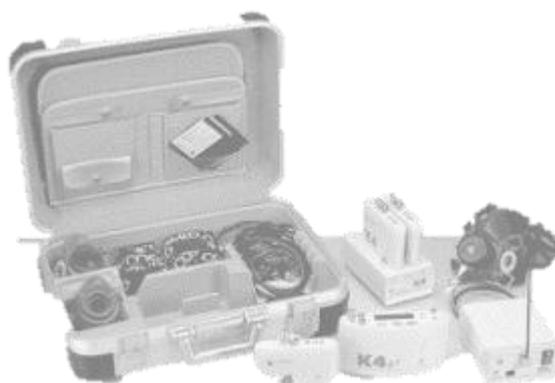


Figura 3: Ergoespirômetro portátil *K4b²* (*COSMED*®, Roma, Itália)

A validade deste aparelho foi demonstrada por McLaughlin, King, Howley, Bassett, & Ainsworth (2001) e Hausswirth, Bigard, & Le Chevalier (1997), considerando-se que fornece dados com uma percentagem de erro inferior a 1 % em relação ao método de *Douglas Bag*. Inclusive é considerado um equipamento confiável para as medidas ventilatórias (Shephard & Aoyagi, 2012). A frequência cardíaca foi medida continuamente durante todas as sessões de exercício estudo através do monitor portátil *Polar Wireless Double Electrode* (Kempele, Finlândia) acoplado ao sistema do *K4b²*.

Taxa metabólica de repouso (TMR)

Antes de iniciar a sessão de exercícios e em jejum de no mínimo doze horas, foi avaliada a TMR (Figura 3) com a utilização do analisador de gases $K4b^2$ (COSMED®, Roma, Itália). Tal variável foi analisada antes do protocolo de exercícios de força (durante 30 minutos), em uma sala devidamente arejada, com a porta fechada e luz baixa, com objetivo de propiciar um ambiente agradável e tranquilo para acomodação dos participantes, com temperatura entre 22° e 24° C e umidade relativa do ar entre os 50 e os 60% (Termo-higrômetro, Testo 608H1, Alemanha). As medidas foram coletadas com os indivíduos em decúbito dorsal. A TMR foi determinada com a estabilização dos valores do VO_2 mensurados nos últimos 10 minutos de coleta em repouso.



Figura 4: Análise da TMR.

3.7 PROCEDIMENTOS PARA COLETAS DE DADOS

Protocolo dos exercícios de força

Foram elencados para esta pesquisa exercícios de força executados apenas com pesos livres e que envolviam grandes grupos musculares, desta forma, para os membros inferiores (MI) foram executados o Agachamento (AGA) e Levantamento Terra (LT); e para os membros superiores (MS) o Supino Horizontal (SH) e a Remada Inclinada (RI). Realizados com pesos livres e barras, com equipamento acessório representado pelo banco de supino. Ainda cita-se que, os exercícios foram escolhidos devido ao fato de poderem ser executados com a utilização dos manguitos para proporcionar a restrição ao

fluxo sanguíneo, tanto no membro superior ou inferior. Além disto, acredita-se que estes exercícios são populares entre os indivíduos que praticam o treinamento de força.

Durante a sessão experimental (com ou sem restrição de fluxo sanguíneo), os EF foram executados após um aquecimento de cinco minutos, composto, por duas séries de dez repetições para cada exercício, apenas com a barra (20 kg). Em seguida, iniciaram-se as coletas, com os exercícios desempenhados da seguinte maneira: exercitava-se um para membro superior e em seguida o membro inferior, alternando os quatro exercícios por segmento. Primeiro eram executadas as três séries do supino horizontal, depois o agachamento, seguido da remada inclinada e levantamento terra. Destacando que a transição entre os exercícios era realizada no mesmo tempo de intervalo estabelecido para cada tipo de intervenção (um minuto entre séries), dado que a sala foi montada com as estações de cada exercício tornando as passagens rápidas. Ademais, era autorizada a mudança apenas após o fim das três séries de cada EF.

Houve dois protocolos (Quadro 1) um sem restrição, que foi o exercício de força de alta intensidade (AI) desempenhado conforme indicado pela literatura (Garber et al., 2011; W.J. Kraemer et al., 2002), com intensidade de 80% da carga máxima 1-RM, sendo desempenhadas três séries de oito repetições e intervalo de um minuto. Justificase este tempo de repouso entre as séries pelo fato disto ser eficaz quando o objetivo dos indivíduos é hipertrofia (de Salles et al., 2009), além disto, a tonificação dos músculos é uma das finalidades dos programas de treinos prescritos em academias de ginástica. Ou seja, tenta-se aplicar um protocolo semelhante ao que acontece no ambiente da prática do profissional de Educação Física. O segundo protocolo foi o do exercício com Restrição de Fluxo Sanguíneo (em 80% da RFS) com baixa intensidade (20% de 1-RM), e execução de três séries de 15 repetições, com um minuto de repouso, durante este repouso a RFS foi retirada, ou seja, o manguito era desinflado. Salientado que eram utilizados manguitos diferenciados para MI e MS.

Para determinar a velocidade de execução dos exercícios, em ambas às sessões, um metrônomo determinou o ritmo em 52 bpm, de forma a assegurar com rigor que todos os sujeitos utilizem o mesmo tempo para cada repetição. Em suma pode-se observar, na tabela abaixo, que as diferenças entre os protocolos são a intensidade, repetições e utilização da RFS.

Quadro 1: Protocolo das intervenções (com delineamento *cross-over*) com exercício de força e Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS).

	INTENSIDADE	REPETIÇÕES	SÉRIES	INTERVALO	VELOCIDADE
AI	80% de 1 – RM	8	3	1 min	52 bpm
BI + RFS	20% de 1 – RM	15	3	1 min	52 bpm

Familiarização da amostra

Antes da coleta de dados, cada indivíduo passou por quatro de sessões de familiarização, que ocorreram durante uma semana (sete dias), em horários alternados, de acordo com a disponibilidade da amostra, com apenas 30 minutos de duração, no mesmo local e condições das SE. As duas primeiras, foram apenas para simularem os testes de repetições máximas e propor a experiência da execução dos EF com controle do movimento por meio do metrônomo. Salientando que, a carga não foi fator preponderante, e sim a correta execução dos exercícios e o entendimento do objetivo do teste por parte da amostra. Ainda neste aspecto, conforme Dias et al. (2005), para quantificação mais acurada da força muscular mediante testes de 1-RM, sugere-se a execução de duas a três sessões de familiarização em homens adultos com experiência em exercícios com pesos.

Nos dois encontros seguintes, foram realizados os protocolos de EF. Eram tratados aspectos como a biomecânica dos movimentos (SH, AGA, LT, RI), observando-se a localização das mãos nas barras, a angulação do quadril e o alinhamento dos pés e amplitude do movimento. Bem como identificados e solucionados os desconfortos gerados pela utilização do equipamento para análise dos gases (K4b²), e pela execução de exercícios com Restrição de Fluxo Sanguíneo (RFS), provocando uma prévia experiência a respeito do desempenho e das sensações percebidas com a execução dos protocolos experimentais. Ressaltando que, as repetições e tempo de intervalo foram iguais às utilizadas nas SE, a única diferença, é que foi executada apenas uma série de cada exercício. Ademais, explica-se que o K4b² não estava coletando dados e que durante estes dias os indivíduos foram estimulados a manterem seus hábitos de vida diários.

Refeição

Antes de iniciar as coletas os indivíduos foram orientados a fazerem a última refeição até oito horas antes da sessão. Para que eles cheguem de jejum ao laboratório, e ocorresse a mensuração da taxa metabólica de repouso (TMR) durante 30 minutos antes da execução das séries de EF. Após isso, todos receberam uma alimentação padronizada conforme indicado por Alves et al. (2012), segundo os autores, isto tem como intuito balancear a ingestão calórica entre a amostra. A refeição, com um total de 383 kcal, foi composta, 350 ml de suco de laranja natural e sem açúcar (166 kcal) (Philippi, 2008). Uma barra de proteína da Pro-plex de 35 gramas, composta por 10 gramas de proteína, 18.8 gramas de carboidratos, 6.6 gramas de gorduras e 3.5 gramas de fibras, num total de 126 kcal (All-Stars Fitness products, Peibenberg, Alemanha), e 120 gramas de carboidrato complexo (batata doce), equivalente a 92 kcal de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011).

Sessões experimentais (SE)

No dia elencado para a coleta dos dados, todos os elementos da amostra foram informados relativamente à necessidade de não ingerirem álcool e/ou cafeína e de não realizarem exercício físico nas 48 horas prévias às sessões de estudo. Tudo ocorreu numa sala selecionada por reunir as necessárias condições de experimentação.

As avaliações foram realizadas sempre pela manhã (08h00min). Inicialmente, no primeiro dia de coletas de um total de quatro foram apresentados e explicados todos os procedimentos do estudo, não deixando de visar os riscos e desconfortos a ele inerentes, ensejando um momento para esclarecimento de dúvidas ou questões que os indivíduos quisessem colocar. Após o preenchimento de uma declaração de consentimento de participação, seguiu-se com a aplicação dos questionários. Em seguida ocorreram as mensurações das variáveis antropométricas. E as avaliações da pressão sanguínea para estabelecimento dos valores a serem aplicados nas SE com RFS. Ainda nesta sequência, foi realizada a primeira avaliação da carga máxima, encerrando o primeiro dia. Depois um repouso de no mínimo 72 horas foi aplicado um segundo teste de força (segundo dia), nas mesmas condições do primeiro.

No terceiro dia ocorreu a primeira sessão de treino de força randomizada, os indivíduos chegaram de jejum, para análise da TMR durante 30 minutos antes da execução dos exercícios, estando em repouso e com utilização do K4b². Primeiro foi colocada a máscara facial, o transmissor da frequência cardíaca, e depois o sujeito

permaneceu deitado na maca durante o tempo determinado, ressaltando que o colete de suporte do K4b² foi posicionado numa mesa ao lado da maca (o mesmo ocorreu na execução do supino horizontal). Em seguida, os sujeitos receberam a refeição padronizada, tempo que também foi utilizado para um esclarecimento sobre a escala de percepção de esforço OMNI-RES (Robertson et al., 2003) e o método da coleta. Todo procedimento está representado na figura 4.

Em seguida, realizou-se o aquecimento, e iniciaram as séries de exercícios de força com uso do K4b² (Figura 5). Foram mensurados o VO₂, VCO₂, FC, VE e PSE. Antes, durante e após (EPOC) a execução dos exercícios de força nos dois protocolos (AI ou BI + RFS). Vale ressaltar que, todos os indivíduos foram orientados a manterem suas rotinas diárias de atividades físicas e dieta, buscando evitar qualquer influência de esforço físico e do estado nutricional fora do experimento. Respeitando os limites estabelecidos para as horas que antecedem o dia de coleta.

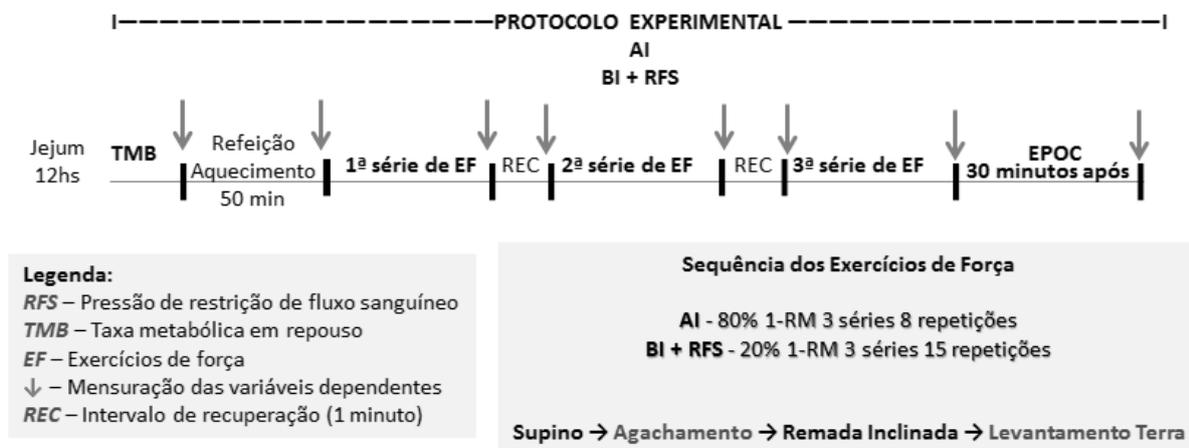


Figura 5: Protocolo das sessões experimentais com ou sem Restrição de Fluxo Sanguíneo.



Figura 6: Sessões experimentais de treino de força tradicional de alta intensidade (esquerda) e de baixa intensidade com RFS (direita).

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

A análise foi efetuada pelo software de tratamento e análise estatística “*Statistical Package for the Social Sciences*” (SPSS, Chicago, EUA) versão 21.0. Realizou-se uma análise exploratória dos valores de cada variável para caracterizar as medidas de tendência central, com posterior observação gráfica (*boxplot*), para que fossem detectadas a possível existência de outliers ou erro na inserção dos dados. Para avaliação da confiabilidade das medidas do teste de força (teste \times reteste) utilizou-se o coeficiente de correlação intraclass (CCI).

Com o objetivo de realizar a análise estatística inferencial, foi necessário avaliar a normalidade da distribuição (teste de *Shapiro-wilk*), a homogeneidade (teste de *Levene*) e a esfericidade dos dados (Teste de *Mauchly*), conforme mais apropriado. Para as variáveis que violaram algum destes pressupostos a estatística não paramétrica foi adotada, ou a correção de *Greenhouse-Geiser* no caso das medidas repetidas. As comparações, para as medidas ventilatórias e PSE, entre as situações (BI + RFS \times AI) foram realizadas por meio do modelo linear geral univariado e para as variáveis não paramétricas o teste de *Mann-Whitney*.

A análise de medidas repetidas foi utilizada para averiguar o efeito do tempo (medidas: TMR \times EPOC) com *post hoc* pelo teste de *Tukey*, da intervenção (BI + RFS \times AI), e a interação (tempo \times intervenção). Como foi detectado um efeito grupo, um modelo linear geral univariado foi utilizado para se identificar onde se encontram tais

diferenças. O mesmo teste foi utilizado para avaliar o efeito isolado de cada sessão em separado, com apresentação apenas do efeito tempo (medidas: TMR_x VO₂_x EPOC) com *post hoc* (Tukey). Com intuito de verificar as possíveis influências das covariáveis (tempo da sessão ou volume de treino) realizou-se uma análise de covariância (ANCOVA).

São demonstrados, para cada variável dependente, os valores da magnitude das diferenças (valor de F), significância (valor de p) e estimativa do tamanho do efeito (valor do η_p^2), com pontos de corte de 0.01, 0.06, 0.14 representando pequenos, médios, alto efeito, respectivamente (Cohen, 1988). Sendo que, para o teste não paramétrico (*Mann-Whitney*) é apresentado o valor do teste (U), valor de p, e tamanho do efeito (valor de r), com valores entre 0.10 até 0.30 classificado como baixo, entre 0.30 e 0.50 como mediano e elevado efeito acima de 0.50, conforme indica Field (2009). O delta de variação (Δ) foi mensurado com intuito de avaliar as diferenças percentuais para as variáveis dependentes entre as duas intervenções. O nível de significância mínimo foi mantido em 5%.

4

RESULTADOS

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO
DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados da seguinte maneira, inicialmente expõem-se as características antropométricas dos participantes. Em seguida, são exibidos os desfechos ocorridos com as variáveis dependentes em relação às duas sessões de treino de força randomizadas, com apresentação das inferências estatísticas e comparações entre os treinos.

Primeiro, as variáveis ventilatórias são comparadas (AI *vs* BI + RFS) durante as coletas, detectando qual tipo de treino de força foi capaz produzir maior consumo de oxigênio, bem como a possível influência das covaráveis, tudo isto no item 4.1. Em seguida, seção 4.2, são analisadas as repostas ocorridas após as sessões (EPOC), comparando-se as medidas entre as duas intervenções. Ainda nesta seção, são determinados os efeitos isolados de cada uma das sessões de treino de força, apresentado as repostas ocorridas em separado para a BI + RFS e para o tradicional de alta intensidade (AI), respectivamente. Por fim, a percepção subjetiva de esforço (PSE) é comparada entre os dois protocolos de treino de força, item 4.3 com apresentação do valor total da sessão, como também, das médias após cada série dos quatro exercícios que compõe os TF (supino, agachamento, remada inclinada e levantamento terra).

Desta forma, após os procedimentos para composição e seleção da amostra foram elencados para o estudo oito indivíduos com idades entre 21 e 30 anos (25.7 ± 3), peso corporal entre 62 e 90 quilogramas (78.56 ± 8.17 kg), estatura em meio a 1.63 e 1.85 metros (1.75 ± 0.08 m), percentual de gordura corporal estimada com variação entre 11.3 e 15.8 (14.26 ± 1.75 %G) e massa magra entre 52.3 e 76.8 quilogramas (67.8 ± 7.43 kg).

4.1 VARIÁVEIS VENTILATÓRIAS ENTRE AS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA: COMPARAÇÃO ENTRE AS SITUAÇÕES BI + RFS *VERSUS* AI E EFEITOS DAS COVARIÁVEIS (TEMPO E VOLUME DE TREINO)

No que diz respeito às repostas ocorridas entre as medidas ventilatórias durante as duas sessões de treino de força, pode-se observar (Tabela 2), que para a situação do exercício de alta intensidade (80% 1-RM) os valores mensurados foram, estatisticamente, superiores ao TF com baixa carga (BI) e restrição de fluxo sanguíneo (RFS).

Para a mensuração do consumo de oxigênio (VO_2) relativo ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) o treino a AI resultou em um consumo 23% maior comparado ao BI + RFS ($F_{(1, 14)} = 50.799$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.80$), apresentando elevado tamanho de efeito. Resultado semelhante ao encontrado para o VO_2 absoluto (l.min^{-1}), em que também ocorreu um alto efeito da situação ($F_{(1, 14)} = 16.248$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.54$), com diferença de 22.5% entre os valores.

Quanto à produção de gás carbônico (VCO_2) (l.min^{-1}), da mesma forma, o treino de AI produziu uma quantidade de CO_2 29.5% superior em comparação com o BI + RFS ($F_{(1, 14)} = 31.333$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.70$). Igualmente, elevado tamanho de efeito, entre as situações, foi observado para as variáveis da frequência cardíaca (FC) ($F_{(1, 14)} = 16.144$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.53$) e ventilação (VE) $F_{(1, 14)} = 26.470$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.65$, com o treino de AI tendo valores 18.5%, para a FC, e 34.4% para VE superiores em relação à coleta com BI + RFS.

Tabela 2: Estatística descritiva (média, desvio padrão e variação percentual) e testes inferenciais (*GLM univariate*) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).

Variáveis	AI	BI + RFS	$\Delta\%$	Efeito Grupo
$\text{VO}_2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	$20.32 \pm 1.46^\ddagger$	15.65 ± 1.14	23%	Alto
$\text{VO}_2 \text{ l.min}^{-1}$	$1.60 \pm 0.18^\ddagger$	1.24 ± 0.17	22.5%	Alto
$\text{VCO}_2 \text{ l.min}^{-1}$	$2.00 \pm 0.22^\ddagger$	1.41 ± 0.19	29.5%	Alto
FC bpm	$146.0 \pm 13.61^\ddagger$	119.5 ± 12.75	18.5%	Alto
VE l.min^{-1}	$69.84 \pm 12.35^\ddagger$	44.91 ± 5.93	34.4%	Alto

Legenda: ‡ diferença significativa entre os grupos ao nível de 1%. Estimativa do tamanho do efeito, como baixo de 0.01 até 0.06, médio de 0.06 até 0.14 e alto acima 0.14 (Cohen, 1988).

No que diz respeito às covariáveis elencadas, cita-se que, quanto ao volume de treino medido nas duas sessões (Figura 6) foi observado uma diferença significativa entre o treino de força de alta intensidade e o de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo, apresentando um alto tamanho de efeito, visto $F_{(1,4)} = 83.859$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.85$. Sendo que, a média do treino de AI (8296.80 ± 1230.72) foi 53% superior ao observado para a coleta com BI + RFS (3907.25 ± 568.74). Por fim, adiciona-se que para a coleta de AI o treino durou em média 14.8 minutos, enquanto que para BI + RFS, durou cerca de 18.1 minutos, com diferenças significativas entre si ($F_{(1, 14)} = 29.571$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.67$).

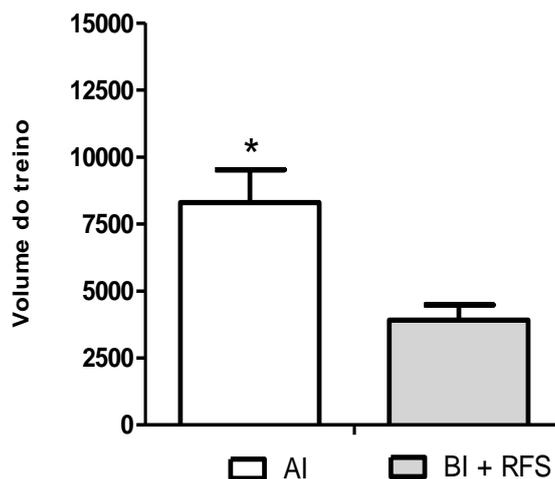


Figura 7: Volume de treino total entre as sessões de treino de força. *Diferença significativa entre AI e BI + RFS ao nível de 5%.

Não obstante estes resultados, quando se analisa a influência destas covariáveis (ANCOVA) (duração ou volume do treino) sobre as medidas ventilatórias, foi identificado que, apenas o volume do treino (VT) teve significativa relação com o desfecho do VO_2 absoluto ($F_{(1, 13)} = 15.996$, $p = 0.002$, $\eta_p^2 = 0.55$), anulando as diferenças existentes entre as coletas (efeito grupo) ($F_{(1, 13)} = 2.275$, $p = 0.155$, $\eta_p^2 = 0.15$), e com o mesmo ocorrendo para a ventilação, que também foi afetada pelo volume de treino ($F_{(1, 13)} = 11.862$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.47$), visto que, após inclusão desta covariável as alterações entre os grupos não foram detectadas ($F_{(1, 13)} = 0.354$, $p = 0.562$, $\eta_p^2 = 0.02$). Já o tempo de duração das sessões experimentais não exerceu qualquer tipo efeito nos resultados encontrados nesta pesquisa. Visto que nenhuma das medidas ventilatórias (VO_2 relativo e absoluto, VCO_2 , FC e VE) apresentou relação significativa com o tempo, ou seja, as diferenças podem ser atribuídas apenas às intervenções aplicadas.

4.2 CONSUMO DE OXIGÊNIO ANTES E APÓS AS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA: ANÁLISE DE MEDIDAS REPETIDAS E UNIVARIADA

Quanto aos resultados da análise de medidas repetidas (Figura 7) para o consumo de oxigênio antes e após os treinos de força (efeito tempo), foi observado um alto tamanho de efeito ($F_{(2.52, 35.34)} = 466.453$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.97$) quando comparados os valores de VO_2 antes e após os TF (TMR x EPOC5 x EPOC10 x EPOC15 x EPOC20 x EPOC25 x EPOC30), salientado que, como não foi assumida a esfericidade dos dados

adotou-se a correção de *Greenhouse-Geisser*. Com comparações posteriores (*post hoc*) indicando que apenas as medidas do EPOC dos 15 aos 20 minutos (EPOC20) não apresentaram diferenças estatísticas ($p = 0.264$). Houve também um elevado efeito para as comparações entre as sessões $F_{(1, 14)} = 16.412$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.54$ (efeito grupo), sendo que, no treino com alta intensidade foram mensurados os maiores valores de média. Ainda mais, houve efeito interativo entre as situações (AI e BI + RFS) e as medidas da TMR e EPOC ($F_{(2.52, 35.34)} = 16.412$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.54$).

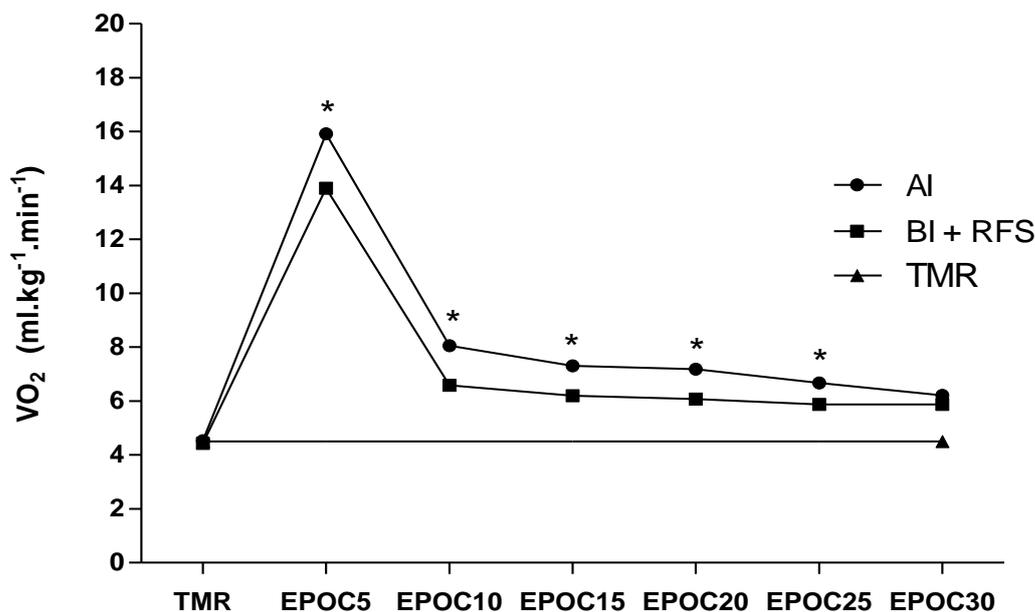


Figura 8: Consumo de oxigênio (VO_2) antes e após (EPOC) das sessões de treino de força randomizadas. Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa entre as situações (AI vs BI + RFS) ao nível de 5%.

Em adição, expõem-se os resultados para as comparações univariadas (Tabela 3) entre as coletas (*GLM univariate*). De antemão, explica-se que, como foi observado um efeito do grupo (medidas repetidas), nestes parágrafos seguintes, identificam-se em que entre quais momentos se encontram tais diferenças. Desta maneira, relata-se que apenas duas não apresentam esta discrepância entre os treinos de força, tanto as medidas do metabolismo de repouso (TMR) ($F_{(1, 14)} = 0.127$, $p = 0.727$, $\eta_p^2 = 0.09$) quanto aos dos cinco minutos finais do EPOC30 ($F_{(1, 14)} = 1.691$, $p = 0.215$, $\eta_p^2 = 0.108$) não foram diferentes entre o TF de AI e BI + RFS, visto que, para as mesmas houve apenas 2.9% e 5.5% de variação, respectivamente.

Já para os primeiros minutos de EPOC (EPOC5) houve diferenças entre as sessões ($F_{(1, 14)} = 12.090$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.46$), com maior média para o TF com AI. O mesmo ocorreu entre o quinto e décimo minuto (EPOC10), também com elevado tamanho de efeito ($F_{(1, 14)} = 10.001$, $p = 0.007$, $\eta_p^2 = 0.41$) e maior variação entre as coletas (18.1%). O consumo de oxigênio nas coletas com altas cargas continuou superior, com alto efeito, para o EPOC15 ($F_{(1, 14)} = 11.798$, $p = 0.004$, $\eta_p^2 = 0.45$), EPOC20 ($F_{(1, 14)} = 12.698$, $p = 0.003$, $\eta_p^2 = 0.47$), com variação semelhante entre as medidas, e do vigésimo ao vigésimo quinto minuto (EPOC25), visto tais valores, $F_{(1, 14)} = 9.680$, $p = 0.008$, $\eta_p^2 = 0.40$.

Tabela 3: Estatística descritiva (média, desvio padrão e variação percentual) e testes inferenciais (*GLM univariate*) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).

VO ₂ , ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	AI	BI + RFS	Δ%	Efeito Grupo
TMR	4.56 ± 0.70	4.43 ± 0.71	2.9	<i>Baixo</i>
EPOC5	15.92 ± 0.83 [‡]	13.89 ± 1.42	12.8	<i>Alto</i>
EPOC10	8.05 ± 1.08 [‡]	6.59 ± 0.73	18.1	<i>Alto</i>
EPOC15	7.31 ± 0.67 [‡]	6.20 ± 0.61	15.2	<i>Alto</i>
EPOC20	7.19 ± 0.64 [‡]	6.08 ± 0.60	15.4	<i>Alto</i>
EPOC25	6.67 ± 0.51 [‡]	5.87 ± 0.52	12	<i>Alto</i>
EPOC30	6.21 ± 0.46	5.87 ± 0.56	5.5	<i>Baixo</i>

Legenda: ‡ diferença significativa entre os grupos ao nível de 1%. Estimativa do tamanho do efeito, como baixo de 0.01 até 0.06, médio de 0.06 até 0.14 e alto acima 0.14 (Cohen, 1988).

Em sequência é exibida a análise de cada sessão em separado (medidas repetidas), e considerando apenas os valores do VO₂ relativo, primeiro, apresentam-se os dados para o treino de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo (Figura 9). Desta maneira, foi detectado um alto tamanho do efeito momento entre os valores de VO₂ relativo antes e após sessão de BI + RFS ($F_{(7, 49)} = 264.361$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.97$). Sendo que, nas comparações por pares, observa-se que a TMR foi diferente das medidas durante e após a sessão. Além disto, o VO₂ mensurado durante a coleta foi diferente de todas as mensurações do EPOC. Quanto ao EPOC, verificou-se que a partir do décimo quinto minuto não houve diferenças com as medidas seguintes.

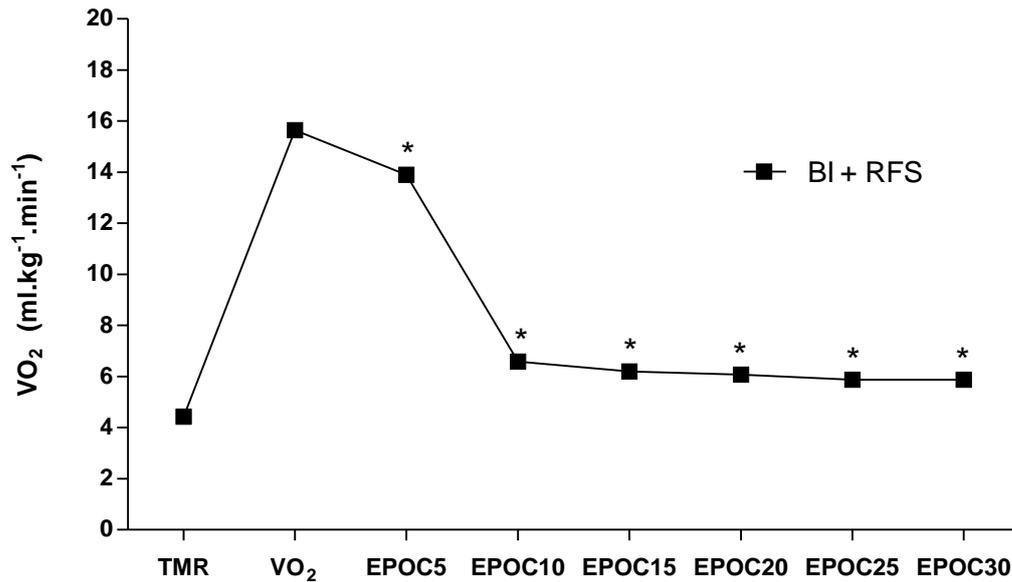


Figura 9: Consumo de Oxigênio (VO_2) antes, durante e após (EPOC) o treino de força com baixa intensidade e restrição de fluxo sanguíneo (BI + RFS). Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; VO_2 durante a coleta; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa para o VO_2 ao nível de 5%.

Em relação ao efeito isolado do treino de força com altas cargas foi verificado (sobre o consumo de oxigênio VO_2 mensurado nos níveis basais, durante o TF e os 30 minutos de EPOC) um alto efeito momento para as diferenças entre as medidas ($F_{(2,71, 19,01)} = 544.161$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.98$), figura 10. Neste caso, ocorreu a correção de *Greenhouse-Geiser*. Quanto às comparações por pares (*post hoc*), identificam-se diferenças estatísticas entre a TMR e todas as outras medidas. O mesmo foi observado para o VO_2 durante o TF, com os maiores valores mensurados nesta fase. Para as seis mensurações do EPOC, todas apresentaram diferenças significativas quando confrontadas com o VO_2 e a TMR. Já quando comparadas entre si, apenas os valores do EPOC dos 10 aos 15 minutos (EPOC15) e dos 15 aos 20 minutos (EPOC20) não foram diferentes ($p = 0.345$).

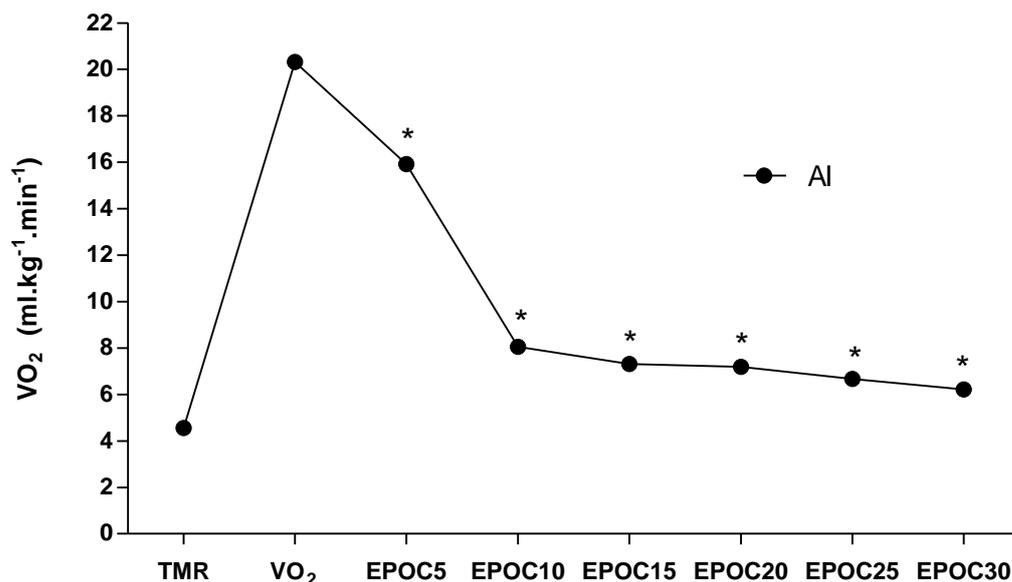


Figura 10: Consumo de oxigênio (VO_2) antes, durante e após (EPOC) o treino de força com alta intensidade (AI). Legenda: TMR = taxa metabólica de repouso; VO_2 durante a coleta; EPOC5 = EPOC medido de 0 – 5 minutos; EPOC10 = EPOC medido de 5 – 10 minutos; EPOC15 = EPOC medido de 10 – 15 minutos; EPOC20 = EPOC medido de 15 – 20 minutos; EPOC25 = EPOC medido de 20 – 25 minutos; EPOC30 = EPOC medido de 25 – 30 minutos; * = diferença significativa para o VO_2 ao nível de 5%.

4.3 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO ENTRE UMA SESSÃO DE TREINO DE FORÇA DE ALTA INTENSIDADE E OUTRA DE BAIXA INTENSIDADE COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO

Para análise da Percepção Subjetiva de Esforço, por meio da escala *Omni-Res*, mensurada após cada série de exercício de força, foi identificado um aumento da variável ao longo das sessões de TF (Figura 11), sendo maior, em todas as medidas, para o TF com altas cargas, apresentando um alto tamanho de efeito para as medidas da sessão total ($U = 0.000$, $p = 0.001$, $r = 0.84$), tabela 4. Sabendo-se que esta medida violou o pressuposto da normalidade. Ademais, adianta-se que foram constatadas diferenças significativas após cada série dos quatro exercícios de força desempenhados (Tabela 4).

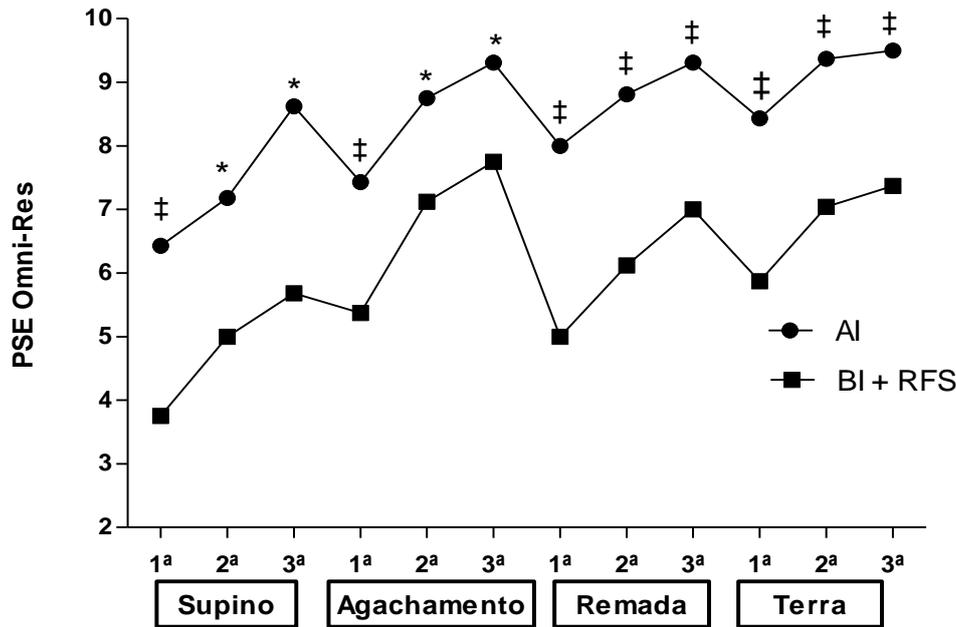


Figura 11: Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) durante as sessões de treino de força. Legenda: 1ª = medida após primeira série; 2ª = após segunda série; 3ª = após terceira série. ‡diferença significativa entre as situações ao nível de 1%; * diferença entre grupos ao nível de 5%.

Para o Supino Horizontal (SH) após a 1ª série houve um elevado efeito entre as medidas ($F_{(1, 14)} = 24.938$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.62$), com a maior variação observada ($\Delta = 41.7\%$). Ainda, verificou-se um médio efeito após a segunda (2ª série) ($U = 11.000$, $p = 0.025$, $r = 0.56$) e última série ($U = 11.000$, $p = 0.026$, $r = 0.55$), com utilização de teste não paramétrico em ambas. O segundo exercício da sessão, o Agachamento (AGA), também foi significativamente diferente entre o TF de AI e o TF de BI + RFS, após a primeira ($F_{(1, 14)} = 10.544$, $p = 0.006$, $\eta_p^2 = 0.43$) com alto tamanho de efeito. Após a segunda ($U = 11.000$, $p = 0.019$, $r = 0.58$) e terceira ($U = 11.000$, $p = 0.025$, $r = 0.56$) séries com médio efeito, sempre com superioridade para a sessão de AI, no entanto, nestes momentos foram registradas as menores variações entre as medidas, 11.1% e 16.2%, respectivamente.

Para a Remada Inclinada (RI) foi observado um alto tamanho de efeito para todas as séries, com valores de $F_{(1, 14)} = 31.500$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.70$ para a primeira, com alta variação entre as sessões ($\Delta = 37\%$). Para a segunda, da mesma forma, houve maior influência do treino de força com altas cargas ($F_{(1, 14)} = 19.882$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.60$), como após a terceira série ($F_{(1, 14)} = 17.143$, $p = 0.001$, $\eta_p^2 = 0.55$). Quanto ao último exercício desempenhado, o Levantamento Terra (LT), foi mensurado um médio tamanho de efeito apenas após a primeira série ($U = 4.000$, $p = 0.003$, $r = 0.74$). Para as duas finais, também houve uma diferença, porém com alto efeito, entre as duas sessões

de treino de força (AI x BI + RFS), conforme os valores após a segunda ($F_{(1, 14)} = 22.871, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.62$) e terceira séries ($F_{(1, 14)} = 14.147, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.50$).

Tabela 4: Estatística descritiva (média e desvio padrão, ou mediana e variação percentual) e testes inferenciais (*GLM univariate ou Mann-Whitney test*) entre as duas situações: AI x BI + RFS (efeito grupo).

PSE Omni-Res	AI	BI + RFS	$\Delta\%$	Efeito Grupo
Total de sessão	8.35 [‡]	6.08	27.2	<i>Alto</i>
Supino 1 ^a	6.43 ± 0.97 [‡]	3.75 ± 1.16	41.7	<i>Alto</i>
Supino 2 ^a	8.00*	5.00	37.5	<i>Médio</i>
Supino 3 ^a	9.00*	5.50	38.9	<i>Médio</i>
Agachamento 1 ^a	7.43 ± 1.23 [‡]	5.37 ± 1.30	27.7	<i>Alto</i>
Agachamento 2 ^a	9.00*	8.00	11.1	<i>Médio</i>
Agachamento 3 ^a	9.25*	7.75	16.2	<i>Médio</i>
Remada 1 ^a	8.00 ± 0.75 [‡]	5.00 ± 1.30	37.5	<i>Alto</i>
Remada 2 ^a	8.81 ± 0.53 [‡]	6.12 ± 1.62	30.5	<i>Alto</i>
Remada 3 ^a	9.31 ± 0.70 [‡]	7.00 ± 1.41	24.8	<i>Alto</i>
Terra 1 ^a	8.50 [‡]	6.00	29.4	<i>Médio</i>
Terra 2 ^a	9.37 ± 0.74 [‡]	7.04 ± 1.14	24.9	<i>Alto</i>
Terra 3 ^a	9.50 ± 0.75 [‡]	7.37 ± 1.40	22.4	<i>Alto</i>

Legenda: [‡]diferença significativa entre os grupos ao nível de 1%; * diferença entre grupos ao nível de 5%; Estimativa do tamanho do efeito, como baixo de 0.01 até 0.06, médio de 0.06 até 0.14 e alto acima 0.14 (Cohen, 1988), e para variáveis com distribuição não paramétrica, de 0.10 até 0.30, mediano de 0.30 até 0.50 e alto acima de 0.50, de acordo com Field (2009).

5

DISCUSSÃO

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO
DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

5. DISCUSSÃO

A presente pesquisa, em um delineamento *crossover* analisou as respostas ventilatórias durante e após sessões de treino de força sob duas técnicas: uma com baixas cargas (20% 1RM) combinada com a restrição de fluxo sanguíneo e outra tradicional de alta intensidade (80% 1RM).

Os resultados indicaram que um treino de força com altas cargas proporcionou um VO_2 significativamente superior, durante e após a sessão de exercícios comparada ao TF de baixa intensidade com restrição de fluxo sanguíneo. As únicas medidas que não diferiram entre os protocolos foram apenas os cinco últimos minutos do EPOC, ressaltando que, durante esta fase houve a menor variação percentual entre as sessões randomizadas. Ademais, tanto as coletas com AI quanto BI + RFS foram capazes manter o consumo de oxigênio elevado até 30 minutos após o treino, com diferenças significativas em relação à taxa de metabolismo de repouso. Em contraste, foi durante a execução dos exercícios que se registrou os maiores diferenças entre os treinos de força aplicados. Corroborando com hipótese de que haveria diferenças nas variáveis ventilatórias entre os protocolos. E elucidando que o tipo de intervenção que causa maior efeito sobre as variáveis dependentes é o treino de alta intensidade.

Em ambos os treinos o protocolo foi composto por quatro exercícios e alternados por segmento (Supino Plano, Agachamento, Remada Inclinada, Levantamento Terra, nesta ordem), sendo que, a sessão de AI consumiu $8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\text{VO}_2 = 1.6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$), com execução três séries de oito repetições. Já treino de BI + RFS, teve um VO_2 inferior, visto que, com as mesmas séries, porém 15 repetições, provocou um aumento do VO_2 em média de $1.24 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, quantificado em $6.2 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. Neste aspecto, Pope et al. (2013) cita que melhorias na capacidade aeróbia podem ser atribuídas ao treino com uso de RFS, os autores indicam alterações fisiológicas como aumento das enzimas oxidativas, densidade capilar, volume sistólico, dos estoques de glicogênio e diminuição da frequência cardíaca de repouso, podem ser atribuídas ao treino com RFS.

Contudo, se considerarmos os tempos de cada sessão (14.8 minutos para AI e 18.1 minutos para BI + RFS) e o VO_2 em litros total multiplicado pelo valor médio deste tempo, observa-se que com altas cargas o consumo total é de 23.6 litros durante os quase 15 minutos de exercício. Valor similar ao consumido na recolha com a RFS, calculado em 22.4 litros durante os 18 minutos. Salientado que, a duração das coletas de

dados, sem contar com EPOC, não demonstrou se um fator que pudesse provocar alterações na análise das variáveis dependentes (análise da covariância). Em outra linha, não se pode deixar de mencionar que, quando o volume de treino foi considerado como covariável, as diferenças entre as situações não foram possíveis de serem detectadas em apenas duas delas, o VO_2 absoluto e a Ventilação, indicando a influência do VT na possível identificação dos efeitos entre o TF com AI e BI + RFS.

Assim, não obstante às características das diferentes metodologias utilizadas, que implica um maior VT para o método de AI, observou-se que em termos absolutos ambas as sessões proporcionaram valores totais de VO_2 similares. Sabendo que, os VT foram estatisticamente diferentes, com o valor da sessão de AI sendo 53% superior em relação ao treino de BI + RFS. Entretanto, apesar desta alta discrepância, o exercício de AI causou elevação de apenas 23% a mais na medida do consumo de oxigênio ($VO_2 = 20.32 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) que o treino de BI + RFS ($VO_2 = 15.65 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Indicando que uso da RFS pode ter atenuado a diferença entre os VT, no entanto, para ter a certeza disto é preciso a condução novas pesquisas que analisem a influência isolada da RFS sobre variáveis ventilatórias, com entendimento que isto, é uma limitação desta tese, até porque o VT foi apontado com uma covariável que restringiu a discussão dos resultados.

Outro fator que merece destaque nesta tese, e que, pode justificar os resultados encontrados no que concerne à constatação dos valores de VO_2 serem superiores em 23% para o treino com AI, é justamente o questionamento do protocolo utilizado. Pelo fato de que, o valor de intensidade elencado (20% 1-RM) e a utilização de uma pressão de RFS prescrita em média a 115 mmHg para os membros inferiores e 111 mmHg para os superiores não provocaram efeito semelhante, sobre as variáveis ventilatórias, exercício com altas cargas. De acordo com Suga et al. (2010), para causar uma acidose metabólica similar à alta intensidade, o treino com restrição de fluxo deve ser empregado com moderada pressão, cerca de 130% da pressão sanguínea sistólica (no mínimo em média 150 mmHg), e com intensidade de 30% de 1-RM, entretanto, neste artigo, o treino de AI foi desempenhado a 65% 1-RM.

Nesta pesquisa, a maior variação observada entre as medidas ventilatórias ocorreu para a ventilação (VE), atingindo cerca de 70 l.min^{-1} para as coletas a AI, superior em 34.4% a sessão com cargas leves e RFS (45 l.min^{-1}). Fato corroborado pelos valores de VCO_2 que foram elevados até 2 l.min^{-1} no treino intenso e atingiram 1.4 l.min^{-1} para BI + RFS. Sinalizando um maior estresse fisiológico para os exercícios

de força executados em alta intensidade. Em exercícios de força o excesso de dióxido de carbono (CO₂), gerado pelos processos de produção de energia, provoca hiperventilação (Scott, 2014; Shephard & Aoyagi, 2012). Desta forma, e com base nos dados recolhidos, parece que o TF de AI provoca um estresse metabólico superior ao de BI + RFS, fato que vem a contribuir com o conhecimento científico das alterações ventilatórias que ocorrem durante o uso da RFS.

Embora os mecanismos fisiológicos que explicam os efeitos da RFS não estejam totalmente esclarecidos, parece que a hipóxia localizada provoca um estímulo anabólico sinalizando pelo aumento da resposta endócrina, recrutamento de fibras tipo II e volume muscular (Pearson & Hussain, 2015). Com a mesma abordagem metodológica desta tese, mas especificamente à prescrição do exercício com ou sem a RFS, Laurentino et al. (2012) concluíram, após quatro semanas de treino e com 29 homens treinados, que o exercício a 20% de 1-RM com 80% RFS foi capaz de induzir ganhos na força máxima dinâmica da extensão do joelho e na área da secção transversa do quadríceps semelhantes aos observados após HI tradicional (80% de 1-RM).

Em atual revisão sobre os mecanismos fisiológicos da hipertrofia causada pelo treino de força com RFS, Pearson and Hussain (2015) concluíram que o estresse metabólico e tensão mecânica são os principais fatores relacionados a este desfecho. A pesquisa indicou que inúmeros fatores são atribuídos ao crescimento muscular, incluindo o maior recrutamento das fibras de contração rápida, a mecanotransdução, o dano muscular, o aumento da produção hormonal local e sistêmica, o turgimento celular causado pela maior permeabilidade das membranas, a produção de espécies reativas de oxigênio e de óxido nítrico. Entretanto, nada é reportado sobre variáveis ventilatórias. Além de que, os autores finalizam com a ressalva que a abrangência e magnitude das alterações causadas por estes fatores, ainda, carecem de informações precisas, desta maneira, mais pesquisas devem ser fomentadas.

Nesta linha de raciocínio, a presente investigação acrescenta dados ao tema, visto que, foram elencados exercícios de força executados apenas com pesos livres e que envolviam grandes grupos musculares, o que confere originalidade e validade externa à pesquisa, primordialmente pela similaridade com a prática profissional. Da mesma forma, foi demonstrado que um circuito de composto por quatro exercícios, conjugados com a utilização de manguitos para proporcionar a restrição ao fluxo sanguíneo, pode ser desempenhado com segurança. A lembrar que constaram, alternados por segmento, o supino horizontal, a remada inclinada, o agachamento e o

levantamento terra, nesta sequência. Exercícios populares entre os profissionais de educação física que trabalham com o treinamento de força, porque a tonificação dos músculos é uma das finalidades dos programas prescritos em academias de ginástica (Garber et al., 2011; W. J. Kraemer, Fleck, & Evans, 1996; W.J. Kraemer et al., 2002).

Em relação ao dispêndio energético no treino de força, como já foi referido anteriormente no capítulo de revisão da literatura, as pesquisas apresentam valores com elevada amplitude, variando de três a 11 Kcal/min (Bloomer, 2005; Phillips & Ziuraitis, 2003), podendo até mesmo chegar a 30 kcal/min (Reis et al., 2011). Tendo como base os dados do presente estudo, adiciona-se o conhecimento do que ocorreu em dois tipos de protocolos de TF, com a BI + RFS apresentando valores de VO_2 de $6.2 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ e para o treino de AI de $8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. Sendo importante mencionar que devido à diminuição do fluxo sanguíneo, causada pela RFS, há uma redução da distribuição de oxigênio intramuscular (Takano et al., 2005; Tanimoto et al., 2005).

No que diz respeito à FC, Gotshalk et al (2004) observaram que, em 11 homens um circuito de exercício de força executados a baixa intensidade (40% 1-RM) sem RFS, composto por quatro séries de 10 exercícios com 10 repetições, resultou num consumo de oxigênio de cerca de 50% do máximo, e elevação FC a 80% do máximo. Já na presente tese, verificou-se que uma sessão de TF, com quatro exercícios, e três séries com 15 repetições, a 20% 1-RM combinada com RFS elevou a FC a 119.5 (média) batimentos por minuto, representando 61% da máxima da amostra. Ao mesmo tempo em que, os exercícios de força desempenhados conforme literatura (Garber et al., 2011; W.J. Kraemer et al., 2002) registraram uma média de 146 bpm, o que condiz a 75% da máxima.

Neste aspecto, e corroborando com os achados da tese, Okuno et al. (2014) demonstraram que o pico de frequência cardíaca (FC) é diferente entre para sessões de EF com ou sem RFS (utilizando um pressão de restrição de 100 mmHg), com os maiores valores para o exercício de alta intensidade (AI) comparado com o de baixa intensidade com RFS (BI + RFS) ($165 \pm 16 \text{ bpm}$ vs. $137 \pm 14 \text{ bpm}$, respectivamente). Os autores apontaram que, curiosamente, a recuperação após BI + RFS foi atrasada quando comparado com AI, indicando uma maior perturbação do sistema nervoso autônomo quando o fluxo sanguíneo é obstruído durante o exercício. Contudo, os autores não avaliaram um circuito de exercícios de força, e sim, apenas um exercício executado em máquina, o *leg press*. Em outra linha, o ponto positivo, e que foi realizada

uma sessão controle com BI sem RFS, permitindo isolar o efeito da RFS, fato que é uma limitação desta tese.

No que concerne à situação de isquemia e reperfusão, que na presente pesquisa foi ocasionada pela restrição de fluxo por meio de manguito inflável durante os exercícios de força, Wang, Baynosa, e Zamboni (2011) explicam que o que ocorre é uma diminuição do suprimento de oxigênio ao músculo e que junto com a depleção dos estoques de energia produzem um acúmulo de ácido láctico e diminuição o pH. Sabe-se que, a situação de baixa circulação sanguínea prolongada pode resultar em efeitos deletérios aos tecidos, entretanto, durante os exercícios com RFS, provavelmente a isquemia e reperfusão é mínima, ao fato de que o fluxo de sangue não é completamente ocluído e que a sessão de exercício não dura o tempo necessário para causar danos aos tecidos (Blaisdell, 2002; Loenneke, Thiebaud, & Abe, 2014).

Em pesquisa com o protocolo de treino (três séries de 15 repetições a 20% de 1-RM e RFS) e amostra (homens treinados) análoga a desta tese, Abe et al. (2005) demonstram que o método de RFS promoveu ganhos de força e hipertrofia muscular parecidas ao treinamento com tradicional com altas cargas. Contudo, e tendo como base os resultados do presente estudo, as respostas ventilatórias com o treino de BI + RFS parecem ser significativamente menores em relação ao treino de AI. Em suma, o treino de BI + RFS embora eficaz em relação aos aumentos de hipertrofia e força muscular parece ter menor impacto em termos de dispêndio energético.

Quanto aos efeitos sobre a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), avaliada por meio da escala Omni-Res após cada série de exercício, foi identificado um aumento da variável ao longo das sessões de TF, com maiores valores (todos com significância estatística) para o treino de AI. Neste aspecto, destaca-se o fato dos exercícios de membros superiores, o supino horizontal e remada inclinada, apresentarem às maiores variações observadas nestas medidas. Ao mesmo tempo em que, o agachamento e levantamento terra serem considerados os mais extenuantes pela amostra, em ambos os protocolos.

Ainda nesta temática, Wernbom, Jarrebring, Andreasson, e Augustsson (2009) avaliaram os efeitos imediatos do exercício de força a baixa intensidade (extensão de joelho com 30% 1-RM) com e sem restrição vascular, com pressão 100 mmHg, sobre a PSE, entre outras variáveis. Para tal, os autores utilizaram uma amostra de 11 indivíduos com experiência prévia em EF. Sendo que, uma das pernas foi exercitada com e a outra sem RFS, de forma randomizada e com posterior comparação entre as

situações. A percepção subjetiva de esforço (PSE) não foi diferente entre as situações. A descoberta interessante foi que, o membro exercitado sem restrição desempenhou mais repetições, sugerindo que a RFS pode limitar o desempenho em exercícios de força de mesma intensidade.

Com o objetivo de comparar os efeitos dos exercícios de força de alta intensidade 80% de 1-RM versus baixa intensidade (50% de 1-RM e 110 mmHg) com RFS sobre a percepção subjetiva de esforço, Vieira, Chiappa, Umpierre, Stein, and Ribeiro (2013) avaliaram treze jovens (22 ± 3.8 anos) treinados em EF. Durante cada sessão, os indivíduos realizaram três séries de flexão do cotovelo unilateral até à falha concêntrica, com um intervalo de descanso de 1 min entre as séries. Sendo que, os o treino de BI + RFS, apesar do maior volume, apresentou PSE mais elevada que o AI (9 contra 6). Concluindo que, a RFS é um fator importante para aumentar a carga de treinamento interno. Em outra linha, o mesmo não foi observado nesta tese, visto que, a PSE foi maior durante toda sessão para o treino de AI (8) comparado ao BI + RFS (6). Isso se deve possivelmente as diferenças metodológicas entre estas duas pesquisas, já que o estudo de Vieira et al (2013) analisou apenas um exercício para membro inferior, e na presente tese ocorreu um circuito de quatro exercícios de força alternando membros superiores e inferiores, o que pode ter causado estresse mais elevado ao músculo submetido a altas cargas.

Em relação à mensuração do consumo de oxigênio durante e após os exercícios de força, Sousa et al (2013), pela análise do efeito de diferentes velocidades (40 e 52 bpm) e intensidade (60% e 80%), indicou que, se o intuito é aumentar o VO_2 deve-se propor a execução dos movimentos em uma menor velocidade, independente da carga empregada. Nesta linha, cita-se que, nesta tese a velocidade foi uma variável controlada tanto na intervenção com a restrição de fluxo sanguíneo, quanto na prática do EF tradicional. Ademais a semelhança com a pesquisa de Sousa et al. (2013) reside nos procedimentos metodológicos para a execução dos EF com uso do ergoespirômetro portátil para coletar o VO_2 .

Durante os exercícios com RFS as alterações verificadas nas variáveis ventilatórias, como a ventilação, frequência cardíaca, consumo de oxigênio e produção de gás carbônico, podem ser atribuídas à diminuição do retorno venoso provocado pela compressão venosa (Sumide, Sakuraba, Sawaki, Ohmura, & Tamura, 2009). Foi observado que apenas utilização da RFS sem estar combinada com o exercício físico foi capaz de causar um significativo decréscimo do retorno venoso (Iida et al., 2007),

evento afirmado pelas alterações medidas em indivíduos não treinados submetidos a esta metodologia. Os autores aplicaram um protocolo de RFS a 200 mmHg em ambos os membros inferiores com os indivíduos em posição ortoestática (durante cinco ou 15 minutos). O que resultou em a diminuição no débito cardíaco e volume sistólico, bem como, ocorreu uma a compensação fisiológica, observada no sistema nervoso autônomo pela elevação da frequência cardíaca e atividade simpática.

Alterações no consumo de oxigênio durante a RFS são relacionadas com o aumento da atividade elétrica dos músculos submetidos ao exercício com o fluxo de sangue restrito (Moore et al., 2004). Entende-se que o método da RFS parece provocar alterações nos níveis de oxigenação do músculo, devido em grande parte à restrição artificial do fluxo sanguíneo muscular, assim tanto o suprimento de oxigênio quanto a liberação de subprodutos metabólicos são suprimidos (Coza et al., 2012). A diminuição do ATP, o esgotamento dos fosfocreatina (PCr), aumento do fosfato inorgânico (Pi), o aumento da proporção do ADP/ATP, aumento da produção de AMP, diminuição do pH intramuscular, e acúmulo de lactato podem explicar o estresse metabólico provocado pela RFS (Pope et al., 2013; Suga et al., 2010).

Melhorias na capacidade de resistência muscular, como o aumento das enzimas oxidativas, densidade capilar, volume sistólico, estoques de glicogênio, podem ocorrer com a utilização do treinamento de RFS (Pope et al., 2013). Porém, quando as variáveis estão relacionadas a este tema, a maioria das pesquisas analisam os efeitos do exercício aeróbio (Loenneke et al., 2011; Park et al., 2010), e não de um circuito de exercício de força, como proposto nesta tese. Por exemplo, Loenneke et al. (2011) avaliaram o efeito agudo da caminhada de baixa intensidade sobre o consumo máximo de oxigênio, gasto energético e frequência cardíaca em homens e mulheres saudáveis. Enquanto que Park et al. (2010) verificaram o efeito crônico da caminhada sobre a resistência cardiorrespiratória, potência anaeróbia e força muscular em atletas. O ponto em comum é que ambos apontam efeitos benéficos da técnica de RFS.

Em um delineamento cruzado Vieira et al. (2013) avaliaram as respostas hemodinâmicas agudas que ocorrem durante um exercício de força (a flexão do bíceps) prescrito a intensidade de 30% de 1-RM e RFS (120 mmHg), e o mesmo protocolo sem RFS. Neste intuito, foram investigados 15 indivíduos jovens (30 ± 3 anos) e 12 idosos (66 ± 7 anos). Os autores observaram que a frequência cardíaca foi mais elevada para o treino com RFS independente da amostra investigada. Demonstraram que quando se compara treinos de força com mesma intensidade a RFS provoca maior estresse

hemodinâmico. Ainda mais, explicam que o exercício com RFS promove significativas melhorias sobre a resposta cardiovascular aguda, e que pode ser considerada uma estratégia de exercício atrativa.

Numa intervenção com treino aeróbio, Loenneke et al. (2011) investigaram se o uso de fitas elásticas restringindo o fluxo sanguíneo nos membros inferiores (posicionados na parte superior das coxas) causava aumento do consumo de oxigênio (VO_2), gasto energético (GE) frequência cardíaca (FC) em 10 indivíduos (homens e mulheres) durante a prática da caminhada. Durante a sessão houve um maior VO_2 , GE e FC para a condição com uso das fitas, com elevado tamanho de efeito. Porém, os autores concluíram que apesar destas diferenças entre as condições, ainda permanece desconhecido se estes resultados representam alterações fisiológicas ao longo do tempo. Na presente tese, também é reconhecida tal limitação, dado que, não houve um acompanhamento das variáveis, e sim a análise de um efeito agudo, o que restringe as conclusões, além do que, não foi realizada uma sessão de treino de força com BI sem RFS, o que possibilitaria a avaliação isolada da influência da RFS sobre medidas ventilatórias.

Algumas pesquisas já demonstraram o efeito positivo da restrição de fluxo sanguíneo combinada com o exercício predominantemente aeróbio (Loenneke et al., 2011; Park et al., 2010). Com protocolo de exercício de caminhada Abe, Kearns, e Sato (2006), também encontraram um aumento significativo no VO_2 e FC em função da restrição do fluxo sanguíneo, indicando que a RFS é um modo de exercício que pode aumentar a intensidade do exercício, enquanto se mantém a mesma carga de trabalho. Isto exposto, acrescenta-se, com este trabalho, conhecimento a respeito da influência da RFS em exercícios de característica anaeróbia, como o circuito de treino de força desempenhado, composto por exercícios com cargas livres e que são de amplo conhecimento dos praticantes desta modalidade em academias, ginásios e *Health Clubs*.

Em uma recente pesquisa Neto et al. (2014) analisou, em 12 lutadores de Jiu-Jitsu, o efeito agudo do agachamento (AGA) em alta intensidade (80% 1-RM) em duas situações: uma com restrição de fluxo de sanguíneo (110 mmHg) e outra sem. Em ambas o exercício foi desempenhado até a falha concêntrica, e com a mensuração, antes e depois, da força do extensores do quadríceps. Em conclusão, os autores expuseram que uma série de AGA em alta intensidade com RFS poder comprometer a força muscular imediatamente após o exercício, no entanto, as diferenças não foram significativas entre os grupos. O treino de AI tem como característica a inclusão de

exercícios com pesos livres, como o AGA e levantamento terra (LT) (Ciccione et al., 2014). A prescrição é realizada com cargas elevadas e desempenho poucas repetições (Kelleher et al., 2010), e composto por exercícios tradicionais como o supino horizontal (SH) (Maté-Muñoz et al., 2014).

De volta aos resultados desta tese, e em específico para o efeito isolado do treino de força com BI + RFS sobre o VO_2 , relata-se que, uma sequência de quatro exercícios com cargas livres e executados com uma pressão de restrição em 80% da pressão sanguínea, causou um efeito ($\eta_p^2 = 0.97$) similar ao calculado para o treino com altas cargas ($\eta_p^2 = 0.98$) sem RFS. As pressões aplicadas foram em média 111 mmHg para os membros superiores e 115 mmHg para os membros inferiores, similares as utilizadas em prévias pesquisas. Por exemplo, Okuno et al. (2014) em exercício de força para membro inferior, utilizou 100 mmHg, mesmo empregado por Wernbom et al. (2009). Além disto, ressalta-se que esta tese seguiu o rigor metodológico, indicado por Laurentino et al. (2012) para as medidas da pressão de RFS a serem empregadas nas sessões experimentais, protocolo reconhecido e aceito na literatura internacional (Loenneke, Fahs, et al., 2012).

Ainda sobre este assunto, ainda não há estabelecido na literatura um valor padrão de pressão de restrição de fluxo sanguíneo para ser aplicadas em sessões de exercício de força (Loenneke, Thiebaud, Abe, et al., 2014). Loenneke, Fahs, et al. (2012), empregaram pressões de 200 mmHg em suas coletas, e ainda, destacaram os variados protocolos utilizados nos demais artigos científicos, como também, demonstraram a influência da circunferência do manguito na pressão de RFS. De outro modo, há pesquisas que não relatam os valores estabelecidos para as intervenções (Loenneke et al., 2011; Loenneke, Thrower, Balapur, Barnes, & Pujol, 2012), ou até mesmo, calculam por fórmula de predição (Karabulut, Cramer, et al., 2010). Conforme Fahs et al. (2012) as pesquisas em geral utilizam entre 140-120 mmHg para os membros superiores e entre 100-160 mmHg para os membros superiores.

Com intuito de discutir qual pressão deve ser utilizada para maximizar as adaptações do músculo esquelético ao exercício de força combinado com a RFS, foi publicado, recentemente, um artigo (Loenneke, Thiebaud, Abe, et al., 2014) que preconiza o emprego de moderados percentuais (em torno de 50%) de restrição de fluxo sanguíneo, para maximizar os efeitos anabólicos sobre o músculo sem produzir as potenciais consequências negativas da exposição a altas pressões que podem anular os

benefícios dos exercícios e até mesmo aumentar o risco de saúde. Hipótese defendida para o uso da RFS conjugada ou não com os exercícios físicos.

Já em relação aos diferentes métodos de treino de força empregados na restrição de fluxo sanguíneo, uma pesquisa de metanálise (Loenneke, Wilson, Marin, Zourdos, & Bemben, 2012) apresentou os distintos protocolos no que diz respeito à intensidade do treino. Os autores citam que as prescrições variam entre 15% e 45% de 1-RM para o TF, havendo também prescrição pela velocidade no caso da caminhada (entre 50 e 60 metros por minuto), ou até mesmo por percentual do consumo máximo de oxigênio (40% VO_2 máximo) para o ciclismo. Quanto ao volume a maioria das pesquisas utilizam três séries de 15 repetições ou com a primeira de 30 repetições e as demais com 15, e os intervalos variam entre 30 segundos e um minuto. Assim sendo, atesta-se que a sessão de BI + RFS aplicada nesta tese segue os padrões da literatura.

Outro fator relevante desta tese, é a analogia da sequência de exercício de força desempenhados com aqueles que são praticados nas salas de ginástica, e ou musculação. Por exemplo, o supino horizontal e agachamento, promovem a ativação de grandes grupos musculares, assim como a remada inclinada e o levantamento terra. Desta maneira, é produzido um conhecimento prático a respeito da atuação do metabolismo aeróbio com o desempenho destes exercícios, ora conforme preconizado pelo *ACSM* (Garber et al., 2011), ou com a combinação de uma inovação metodológica com intuito de promover os mesmos efeitos dos treinos de alta intensidade, a restrição de fluxo sanguíneo. Apontando um custo calórico aeróbio de $6.2 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ para o TF com BI + RFS e de $8 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ para o protocolo de AI. Conforme Pope et al. (2013), ultimamente as pesquisas tem examinado exercícios uniarticulados, como a flexão plantar e de cotovelo e extensão da perna, minimizando a complexidade do padrão de movimento com o fluxo de sangue parcialmente restrito.

Como, durante a recolha destes dados, o tempo mensurado durante as coletas foi diferente, sem levar em consideração os 30 minutos de EPOC, de modo que, mediu-se para o treino em AI 14.8 minutos média, ou seja, causou um consumo de oxigênio de equivalente a cerca de 118 kcal no total. Enquanto, que os exercícios de BI + RFS tiveram uma média de 18.1 minutos e causando custo de total 112 Kcal. Enfim, desprezando a contribuição do metabolismo anaeróbio, e considerando o tempo decorrido durante cada sessão, observa-se que os valores foram similares. Explica-se que, a duração (em minutos) dos TF foi desigual entre as coletas, porque para a BI + RFS, em cada série, forem executadas 15 repetições e para a AI apenas oito.

Mencionando que, 15 repetições para o treino com RFS é aplicado em diversas pesquisas nesta área (Abe et al., 2005; Fujita et al., 2007; Laurentino et al., 2012) e oito, com altas cargas, é indicado para ganhos de força e hipertrofia muscular.

Em retorno à discussão com pesquisas similares, Tanimoto et al. (2005) com uma amostra semelhante, homens treinados em EF entre 20 e 22 anos ($n = 6$), demonstraram que durante uma sessão de exercício de força com RFS, três séries até a exaustão com 60 segundos de intervalo (30% 1-RM e pressão de 200 mmHg durante toda a sessão) houve uma menor da oxigenação do músculo em comparação com os demais protocolos de exercício sem RFS (50% 1-RM vs isométrico vs 80% 1-RM). Sendo que, após o exercício a situação se inverteu, como maiores valores de oxigenação para a sessão em que o músculo foi submetido à restrição ao fluxo. Entretanto, a medida realizada nesta pesquisa não foi do VO_2 com um analisador de gases, e sim os níveis intramusculares de oxigênio por espectroscopia, o que traduz a análise de condição local e não sistêmica como propõe esta tese. Ainda mais, os autores avaliaram o desempenho de apenas um exercício de força (extensão de joelhos em máquina isotônica) o que foge a realidade do que é praticado nas academias de ginásticas.

Por fim, aponta-se que esta pesquisa, preenche uma lacuna no conhecimento no que diz respeito aos efeitos fisiológicos da restrição de fluxo sanguíneo combinada com uma sequência de exercícios de força executados com baixa intensidade. Apresentando resultados sobre variáveis ainda pouco estudadas nesta temática, e contribuindo com novos dados sobre os exercícios de força com RFS. Sem esquecer os que foram produzidos para o desempenho do exercício de força de alta intensidade, cujo principal intuito é a hipertrofia muscular, é por ser amplamente prescrito para diversas populações.

O treinamento de RFS ainda é uma técnica incomum para os profissionais de EF, apesar das inúmeras pesquisas realizadas, o método ainda não saiu dos laboratórios científicos. Assim, o uso da RFS, no campo de atuação dos profissionais da educação físicas, vem a ser mais uma alternativa eficaz e segura de intervenção com exercícios de força. Por sua vez, esta tese provê conhecimentos que podem ajudar na possível utilização da RFS no ambiente de atuação profissional, no intuito de nortear a intervenção prática dos novos métodos de treino que surgem na Ciência do Desporto. Asseverando o papel da pesquisa acadêmica em produzir informações científicas a contribuir na intervenção prática dos professores, neste caso, principalmente aqueles que atuam em academias de ginástica com o exercício de força.

6

CONCLUSÃO

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE
TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO
SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que, uma sessão de treino de força composta por quatro exercícios (Supino Plano, Agachamento, Remada Inclinada, Levantamento Terra) alternados por segmento e com a prescrição tradicional de alta intensidade (80% 1-RM) teve efeito preponderante sobre variáveis ventilatórias em comparação ao treino de baixa intensidade (20% 1-RM) combinado com restrição de fluxo sanguíneo (BI + RFS). Indicando um maior estresse ventilatório para o TF de AI, visto que, produziu um consumo de oxigênio significativamente maior em relação ao BI + RFS. Contudo, expõe-se que apesar do volume de treino ser o dobro para a coleta com exercícios de AI, o VO_2 mensurado durante o TF não foi duas vezes superior ao valor medido na sessão com RFS, apontando que uso da RFS pode ter atenuado as diferenças entre os volumes de treino.

O treino tradicional (AI) também ocasionou uma maior EPOC até os cinco minutos finais, que não diferiram entre as duas intervenções. Além disto, nesta fase houve a menor variação percentual entre as variáveis dependentes, ou seja, durante o EPOC as diferenças entre os protocolos foram atenuadas. Em adição, infere-se que, quando avaliados de forma isolada, tanto o desempenho do treino de força em AI como em BI + RFS causaram elevado efeito sobre as medidas ventilatórias durante e após as sessões. Enfim, independentes do tipo intervenção ambas são eficazes no aumento do consumo de oxigênio. E corroborando o encontrado para as demais variáveis dependentes, afirmar-se que a sessão de AI acarretou uma maior percepção subjetiva de esforço (PSE). Salientando que a variável apresentou uma curva de elevação ao longo das séries, para ambas as intervenções, com os maiores valores registrados para o treino de AI.

Finalmente, após analisar as respostas ventilatórias durante e após sessões de treino de força sob duas técnicas, finaliza-se esta tese com a afirmação de que o método de restrição de fluxo sanguíneo a baixa intensidade não eleva o consumo de oxigênio ao nível do treino de AI. Por sua vez, foram produzidos conhecimentos que podem ajudar na possível utilização da RFS no ambiente de atuação profissional, no intuito de nortear a intervenção prática dos novos métodos de treino que surgem na Ciência do Desporto.

7

PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÕES FUTURAS

RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE

7. PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÕES FUTURAS

Esta investigação acrescentou conhecimento sobre uma nova técnica de treino de força, a restrição de fluxo sanguíneo, sob uma perspectiva ainda não explorada, a das respostas das medidas ventilatórias em exercícios praticados em ambientes de academias, ginásios e *Health Clubs*. Não obstante a isto, novas pesquisas devem ser conduzidas no sentido de ampliar os resultados, como por exemplo, com a inserção de variáveis relacionadas à produção de energia anaeróbia, como é o caso da mensuração da concentração de lactato sanguíneo, ou até mesmo pelo cálculo do déficit de oxigênio acumulado. Inferindo o total dispêndio energético desta temática investigada, com amostras maiores e provenientes de diferentes populações.

Da mesma forma, é importante analisar os valores do consumo de oxigênio durante a após a RFS com outras intensidades de carga e de percentual de restrição de fluxo, ainda mais, poder compará-los com diferentes metodologias de treino de força além da tradicional. Ainda mais, é pertinente que em estudos vindouros se determine o efeito isolado da RFS sobre as medidas ventilatórias, por meio da avaliação em protocolos com o mesmo volume de treino. Bem como, faz-se necessário à consecução de pesquisas que avaliem o efeito crônico deste tipo de treinamento sobre a capacidade aeróbia máxima, no sentido de esclarecer se a RFS pode ser eficaz na melhoria desta condição física.

8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*(5), 1460-1466. doi: 10.1152/jappphysiol.01267.2005
- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, C. F., Inoue, K., . . . Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *International Journal of KAATSU TRAINING Research*, *1*(1), 6-12. doi: 10.1519/SSC.0b013e3182824e8e
- ACSM, American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (L. S. Pescatello Ed. 9^o ed.): Lippincott Williams & Wilkins.
- Alves, J., Saavedra, F., Simao, R., Novaes, J., Rhea, M. R., Green, D., & Reis, V. M. (2012). Does aerobic and strength exercise sequence in the same session affect the oxygen uptake during and postexercise? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(7), 1872-1878. doi: 10.1519/JSC.0b013e318238e852
- Aniceto, R. R., Ritti-Dias, R. M., Scott, C. B., Lima, F. F. M., Prazeres, T. M. P., & Prado, W. L. . (2013). Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *19*, 181-185.
- Bickel, C. S., Slade, J., Mahoney, E., Haddad, F., Dudley, G. A., & Adams, G. R. (2005). Time course of molecular responses of human skeletal muscle

- to acute bouts of resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 98(2), 482-488. doi: 10.1152/jappphysiol.00895.2004
- Blaisdell, F. W. (2002). The pathophysiology of skeletal muscle ischemia and the reperfusion syndrome: a review. *Cardiovascular Surgery*, 10(6), 620-630. doi: 10.1016/S0967-2109(02)00070-4
- Bloomer, R. J. (2005). Energy cost of moderate-duration resistance and aerobic exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 878-882. doi: 10.1519/r-16534.1
- Borsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med*, 33(14), 1037-1060.
- Brisswalter, J., & Tartaruga, M. P. (2014). Comparison of COSMED'S FitMate and K4b2 metabolic systems reliability during graded cycling exercise. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 74(8), 722-724. doi: 10.3109/00365513.2014.930711
- Buitrago, S., Wirtz, N., Flenker, U., & Kleinoder, H. (2014). Physiological and metabolic responses as function of the mechanical load in resistance exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 345-350. doi: 10.1139/apnm-2013-0214
- Castinheiras Neto, Antonio Gil, Silva, Nádia Lima da, & Farinatti, Paulo de Tarso Veras. (2009). Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15, 70-78.
- Cicccone, A. B., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Galpin, A. J. (2014). Effects of traditional vs. alternating whole-body strength training on squat

- performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2569-2577. doi: 10.1519/jsc.0000000000000586
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2^o ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conway, J. M., Seale, J. L., Jacobs, D. R., Jr., Irwin, M. L., & Ainsworth, B. E. (2002). Comparison of energy expenditure estimates from doubly labeled water, a physical activity questionnaire, and physical activity records. *Am J Clin Nutr*, 75(3), 519-525.
- Cornelissen, V. A., Fagard, R. H., Coeckelberghs, E., & Vanhees, L. (2011). Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*, 58(5), 950-958. doi: 10.1161/hypertensionaha.111.177071
- Cosmed. (2008). K4b² User manual. In Cosmed (Ed.), (pp. 162). Itália: Cosmed - The Metabolic Company.
- Coza, A., Dunn, J. F., Anderson, B., & Nigg, B. M. (2012). Effects of compression on muscle tissue oxygenation at the onset of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1631-1637. doi: 10.1519/JSC.0b013e318254885b
- de Ruiter, C. J., Goudsmit, J. F., Van Tricht, J. A., & de Haan, A. (2007). The isometric torque at which knee-extensor muscle reoxygenation stops. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 443-453. doi: 10.1249/mss.0b013e31802dd3cc00005768-200703000-00007
- de Salles, B. F., Simao, R., Miranda, F., Novaes Jda, S., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training.

Sports Medicine, 39(9), 765-777. doi: 10.2165/11315230-000000000-00000

Delavier, F. (2006). *Guia dos movimentos de Musculação: Abordagem Anatômica* (5ª ed.). Barueri, SP: Editora Manole.

Dias, R. M. R., Avelar, A., Meneses, A. L., Salvador, E. P., Silva, D. R. P., & Cyrino, E. S. (2013). Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. *Motriz: Revista de Educação Física*, 19, 231-242. doi: 10.1590/s1980-65742013000100024

Dias, R. M. R., Cyrino, E. S., Salvador, E. P., Caldeira, L. F. S., Nakamura, F. Y., Papst, R. R., . . . Gurjão, A. L. D. (2005). Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(1), 34-38. doi: 10.1590/S1517-86922005000100004

Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, H. C., & Wong, P. (2004). Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. *Journal of Science and Medicine in Sport* 7(1), 11-22. doi: 10.1016/S1440-2440(04)80039-2

Fahs, C. A. , Loenneke, J. P. , Rossow, L. M. , Thiebaud, R. S. , & Bemben, M. G. . (2012). Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*, 1, 14-22.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. doi: 10.3758/BF03193146

- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics* (3^a ed ed.). London: SAGE Publications.
- Fujita, S., Abe, T., Drummond, M. J., Cadenas, J. G., Dreyer, H. C., Sato, Y., . . . Rasmussen, B. B. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, *103*(3), 903-910. doi: 00195.200710.1152/jappphysiol.00195.2007
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., . . . Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1334-1359 doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, *31*(10), 725-741.
- Gotshalk, L. A., Berger, R. A., & Kraemer, W. J. (2004). Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*(4), 760-764. doi: 10.1519/14954.1
- Gualano, B., Ugrinowitsch, C., Neves, M., Jr., Lima, F. R., Pinto, A. L., Laurentino, G., . . . Roschel, H. (2010). Vascular occlusion training for inclusion body myositis: a novel therapeutic approach. *Journal of Visualized Experiments*, *5*(40). doi: 10.3791/1894
- Hauswirth, C., Bigard, A. X., & Le Chevalier, J. M. (1997). The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake

- measurements during exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 449-453. doi: 10.1055/s-2007-972662
- Hochman, Bernardo, Nahas, Fabio Xerfan, Oliveira Filho, Renato Santos de, & Ferreira, Lydia Masako. (2005). Desenhos de pesquisa. *Acta Cirurgica Brasileira*, 20(suppl. 2), 2-9. doi: 10.1590/S0102-86502005000800002
- Iida, Haruko, Kurano, Miwa, Takano, Haruhito, Kubota, Nami, Morita, Toshihiro, Meguro, Kentaro, . . . Nakajima, Toshiaki. (2007). Hemodynamic and neurohumoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 100(3), 275-285. doi: 10.1007/s00421-007-0430-y
- Izquierdo, M., Ibanez, J., Calbet, J. A., Gonzalez-Izal, M., Navarro-Amezqueta, I., Granados, C., . . . Gorostiaga, E. M. (2009). Neuromuscular fatigue after resistance training. *Int J Sports Med*, 30(8), 614-623. doi: 10.1055/s-0029-1214379
- Kang, J., Mangine, G. T., Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., & Hoffman, J. R. (2007). Influence of intensity fluctuation on exercise metabolism. *Eur J Appl Physiol*, 100(3), 253-260. doi: 10.1007/s00421-007-0424-9
- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bemben, M. G. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology* 108(1), 147-155. doi: 10.1007/s00421-009-1204-5
- Karabulut, M., Cramer, J. T., Abe, T., Sato, Y., & Bemben, M. G. (2010). Neuromuscular fatigue following low-intensity dynamic exercise with externally applied vascular restriction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 440-447. doi: 10.1016/j.jelekin.2009.06.005

- Kawada, S. (2005). What phenomena do occur in blood flow-restricted muscle? *International Journal of KAATSU TRAINING Research*, 1(2), 37-44. doi: 10.3806/ijktr.1.37
- Kelleher, Andrew R, Hackney, Kyle J, Fairchild, Timothy J, Keslacy, Stefan, & Ploutz-Snyder, Lori L. (2010). The Metabolic Costs of Reciprocal Supersets vs. Traditional Resistance Exercise in Young Recreationally Active Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1043-1051 1010.1519/JSC.1040b1013e3181d1043e1993.
- Keogh, J. W.L., Wilson, G. J., & Weatherby, R. E. (1999). A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 247-258.
- Koundourakis, N. E., Androulakis, N., Spyridaki, E. C., Castanas, E., Malliaraki, N., Tsatsanis, C., & Margioris, A. N. (2014). Effect of different seasonal strength training protocols on circulating androgen levels and performance parameters in professional soccer players. *Hormones (Athens)*, 13(1), 578-583.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Evans, W. J. (1996). Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev*, 24, 363-397.
- Kraemer, W.J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G.A., Dooly, C., Feigenbaum, M.S., . . . Triplett-McBride, T. (2002). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364-380. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670
- Kraemer, W.J., Fleck, S.J., & Deschenes, M.R. (2011). *Exercise Physiology: Integrating Theory and Application*: Lippincott Williams & Wilkins.

- Kraft, J. A., Green, J. M., & Gast, T. M. (2014). Work distribution influences session ratings of perceived exertion response during resistance exercise matched for total volume. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 2042-2046. doi: 10.1519/jsc.0000000000000342
- Kubo, K., Komuro, T., Ishiguro, N., Tsunoda, N., Sato, Y., Ishii, N., . . . Fukunaga, T. (2006). Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, 22(2), 112-119. doi: 10.1519/JSC.0000000000000703
- Laurentino, G. C., Ugrinowitsch, C., Aihara, A. Y., Fernandes, A. R., Parcell, A. C., Ricard, M., & Tricoli, V. (2008). Effects of strength training and vascular occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 664-667. doi: 10.1055/s-2007-989405
- Laurentino, G. C., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Aoki, M. S., Soares, A. G., Neves, M., Jr., . . . Tricoli, V. (2012). Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(3), 406-412. doi: 10.1249/MSS.0b013e318233b4bc
- Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Sherk, V. D., Thiebaud, R. S., Abe, T., . . . Bembien, M. G. (2012). Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology* 112(8), 2903-2912. doi: 10.1007/s00421-011-2266-8
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2014). Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence.

- Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(6), 415–422. doi: 10.1111/sms.12210
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Abe, T., & Bembien, M. G. (2014). Blood flow restriction pressure recommendations: the hormesis hypothesis. *Medicine Hypotheses*, 82(5), 623-626. doi: 10.1016/j.mehy.2014.02.023
- Loenneke, J. P., Thrower, A. D. , Balapur, A., Barnes, J. T., & Pujol, T. J. (2011). The energy requirement of walking with restricted blood flow. *Sport Science* 4(2), 7-11.
- Loenneke, J. P., Thrower, A. D., Balapur, A., Barnes, J. T., & Pujol, T. J. (2012). Blood flow–restricted walking does not result in an accumulation of metabolites. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(1), 80-82. doi: 10.1111/j.1475-097X.2011.01059.x
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marin, P. J., Zourdos, M. C., & Bembien, M. G. (2012). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology* 112(5), 1849-1859. doi: 10.1007/s00421-011-2167-x
- Loenneke, J. P., Young, K. C., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Bembien, D. A., & Bembien, M. G. (2012). Blood flow restriction: rationale for improving bone. *Medicine Hypotheses*, 78(4), 523-527. doi: 10.1016/j.mehy.2012.01.024
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B., & Siders, W. A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology*, 60(4), 1327-1332.

- Marchini, J.S., Fett, C.A., Fett, W.C., & Suen, V.M.M. (2005). Calorimetria: aplicações práticas e considerações críticas. *Fitness and Performance Journal*, 4(2), 6. doi: 10.3900/fpj.4.2.90.p.
- Maté-Muñoz, J. L., Monroy, A. J. A., Jodra Jiménez, P., & Garnacho-Castaño, M. V. (2014). Effects of Instability Versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 460-468. doi: 10.1007/s11420-012-9314-8
- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance* (7th ed.): Lippincott Williams & Wilkins.
- McLaughlin, J. E., King, G. A., Howley, E. T., Bassett, D. R., Jr., & Ainsworth, B. E. (2001). Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. *International Journal of Sports Medicine*, 22(4), 280-284. doi: 10.1055/s-2001-13816
- Melby, L. C., Ho, R. C., & Hill, J. O. (2003). Avaliação do Gasto energético. In C. Bouchard (Ed.), *Atividade Física e Obesidade* (pp. 496p). Barueri - São Paulo: Manole.
- Melo, Camila Maria de, Tirapegui, Julio, & Ribeiro, Sandra Maria Lima. (2008). Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 52, 452-464.
- Moore, D. R., Burgomaster, K. A., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., & Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology* 92(4-5), 399-406. doi: 10.1007/s00421-004-1072-y

- Moritani, T., Sherman, W. M., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(6), 552-556. doi: 10.1007/BF00843767
- Nakajima, T. , Kurano, M. , Iida, H. , Takano, H. , Oonuma, H. , Morita, T. , . . . Group, KAATSU Training. (2006). Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *International Journal KAATSU TRAINING Research*, 2(1), 5-13.
- Neto, G. R., Santos, H. H., Sousa, J. B., Junior, A. T., Araujo, J. P., Aniceto, R. R., & Sousa, M. S. (2014). Effects of high-intensity blood flow restriction exercise on muscle fatigue. *Journal of Human Kinetics*, 41, 163-172. doi: 10.2478/hukin-2014-0044
- Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid, L. G., Wernbom, M., . . . Frandsen, U. (2012). Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *The Journal of Physiology*, 590(Pt 17), 4351-4361. doi: 10.1113/jphysiol.2012.237008
- Okuno, N. M., Pedro, R. E., Leicht, A. S., de Paula Ramos, S., & Nakamura, F. Y. (2014). Cardiac autonomic recovery after a single session of resistance exercise with and without vascular occlusion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1143-1150. doi: 10.1519/jsc.0000000000000245
- Paoli, Antonio, Moro, Tatiana, & Bianco, Antonino. (2014). Lift weights to fight overweight. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, n/a-n/a. doi: 10.1111/cpf.12136

- Park, S., Kim, J. K., Choi, H. M., Kim, H. G., Beekley, M. D., & Nho, H. (2010). Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *European Journal of Applied Physiology* 109(4), 591-600. doi: 10.1007/s00421-010-1377-y
- Patterson, S. D., & Ferguson, R. A. (2011). Enhancing strength and postocclusive calf blood flow in older people with training with blood-flow restriction. *Journal of Aging and Physical Activity*, 19(3), 201-213.
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med*, 45(2), 187-200. doi: 10.1007/s40279-014-0264-9
- Philippi, S.T. (2008). *Pirâmide dos alimentos: Fundamentos Básicos da Nutrição*. Barueri - SP: MANOLE.
- Phillips, W. T., & Ziaraitis, J. R. (2003). Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 350-355.
- Pinto, Ronei Silveira, Lupi, Renata, & Brentano, Michel Arias. (2011). Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 13, 150-157.
- Pope, Z. K., Willardson, J. M., & Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2914-2926. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182874721
- Reis, V. M., Júnior, R. S., Zajac, A. , & Oliveira, D. R. (2011). Energy Cost of Resistance Exercises: an Uptade. *Journal of Human Kinetics*, 29A, 33-39. doi: doi:10.2478/v10078-011-0056-3

- Robergs, R. A., Gordon, T., Reynolds, J., & Walker, T. B. (2007). Energy expenditure during bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 123-130. doi: R-1983510.1519/R-19835.1
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., . . . Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333-341. doi: 10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
- Romanzini, M., Petroski, E. L., Ohara, D., Dourado, A. C., & Reichert, F. F. (2014). Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 accelerometers in adolescents. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 91-99. doi: 10.1080/17461391.2012.732614
- Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU Training. *International Journal of KAATSU TRAINING Research*, 1(1), 1-5. doi: 10.3806/ijktr.1.1
- Schott, J., McCully, K., & Rutherford, O. (1995). The role of metabolites in strength training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(4), 337-341. doi: 10.1007/bf00240414
- Schuenke, M. D., Mikat, R. P., & McBride, J. M. (2002). Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *Eur J Appl Physiol*, 86(5), 411-417. doi: 10.1007/s00421-001-0568-y
- Scott, C. B. (2006). Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 404-411. doi: 10.1519/r-17495.1

- Scott, C. B. (2014). Combustion, Respiration and Intermittent Exercise: A Theoretical Perspective on Oxygen Uptake and Energy Expenditure. *Biology*, 3(2), 255-263. doi: 10.3390/biology3020255
- Scott, C. B., & Kemp, R. B. (2005). Direct and indirect calorimetry of lactate oxidation: implications for whole-body energy expenditure. *J Sports Sci*, 23(1), 15-19. doi: 10.1080/02640410410001716760
- Shephard, R. J., & Aoyagi, Y. (2012). Measurement of human energy expenditure, with particular reference to field studies: an historical perspective. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2785-2815. doi: 10.1007/s00421-011-2268-6
- Simao, R., de Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J. M. (2012). Exercise order in resistance training. *Sports Medicine*, 42(3), 251-265. doi: 10.2165/11597240-000000000-00000
- Sousa, M. S. C. (2008). *Treinamento físico individualizado (Personal training): abordagem nas diferentes faixas etárias, situações especiais e avaliação física*. João Pessoa, PB: Editora Universitária.
- Sousa, M. S. C., Araújo júnior, A. T., Lima Neto, A. J., Vilaça-alves, J., Fernandes, H. M., & Reis, V. M. (2013). Effects of movement speed and intensity on fast excess postexercise oxygen consumption of bench press and half squat exercises performed to failure. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 53(Suppl. 1 to No. 3), 18-24.
- Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M., . . . Tsutsui, H. (2010). Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of*

- Applied Physiology*, 108(6), 1563-1567. doi: japplphysiol.00504.2009
[pii]10.1152/japplphysiol.00504.2009
- Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M., . . .
Tsutsui, H. (2009). Intramuscular metabolism during low-intensity
resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied
Physiology*, 106(4), 1119-1124. doi: 90368.2008
[pii]10.1152/japplphysiol.90368.2008
- Sumide, T., Sakuraba, K., Sawaki, K., Ohmura, H., & Tamura, Y. (2009). Effect
of resistance exercise training combined with relatively low vascular
occlusion. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12(1), 107-112. doi:
S1440-2440(07)00218-6 [pii]10.1016/j.jsams.2007.09.009
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, TACO. (2011). *Tabela
Brasileira de Composição de Alimentos* (4^o revisada e ampliada ed.).
Campinas: UNICAMP.
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K., . . . Nakajima, T.
(2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-
intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow.
European Journal of Applied Physiology, 95(1), 65-73. doi:
10.1007/s00421-005-1389-1
- Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise
combined with vascular occlusion on muscle function in athletes.
European Journal of Applied Physiology 86(4), 308-314.
- Takarada, Y., Takazawa, H., & Ishii, N. (2000a). Applications of vascular
occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine
and Science in Sports and Exercise*, 32(12), 2035-2039.

- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000b). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2097-2106.
- Tanimoto, M. , Madarame, H., & Ishii, N. . (2005). Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of regimen. *International Journal of KAATSU TRAINING Research*, 1(2), 51-56. doi: 10.3806/ijktr.1.51
- Urbaniak, G. C., & Plous, S. (2013). Research Randomizer (Version 4.0). [Computer software]. Retrieved 26/05/2014, 2014, from <http://www.randomizer.org/>
- Vieira, P. J., Chiappa, G. R., Umpierre, D., Stein, R., & Ribeiro, J. P. (2013). Hemodynamic responses to resistance exercise with restricted blood flow in young and older men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2288-2294. doi: 10.1519/JSC.0b013e318278f21f
- Wang, W. Z., Baynosa, R. C., & Zamboni, W. A. (2011). Update on ischemia-reperfusion injury for the plastic surgeon: 2011. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 128(6), 685e-692e. doi: 10.1097/PRS.0b013e318230c57b
- Wernbom, M., Jarrebring, R., Andreasson, M. A., & Augustsson, J. (2009). Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2389-2395. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bc1c2a

- Wernbom, M., Paulsen, G., Nilsen, T. S., Hisdal, J., & Raastad, T. (2012). Contractile function and sarcolemmal permeability after acute low-load resistance exercise with blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 112(6), 2051-2063. doi: 10.1007/s00421-011-2172-0
- Williams, John R. (2008). The Declaration of Helsinki and public health. *Bulletin of the World Health Organization*, 86(8), 650-652. doi: 10.2471/BLT.08.050955
- Wong, S. L. (2014). Statistics: Setting the Stage. In T. M. Pawlik & J. A. Sosa (Eds.), *Success in Academic Surgery: Clinical Trials* (pp. 27-37). London: Springer London.
- Yasuda, T., Brechue, W. F., Fujita, T., Shirakawa, J., Sato, Y., & Abe, T. (2009). Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of Sports Sciences* 27(5), 479-489. doi: 909113637 [pii]10.1080/02640410802626567
- Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T. (2011). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European Journal of Applied Physiology*, 111(10), 2525-2533. doi: 10.1007/s00421-011-1873-8

ANEXOS

**RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE
FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E
TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE**

ANEXOS

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA A ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

Nº:	
Nome:	Idade:
Data de Nascimento: / /	Data da coleta: / /
Questionário de Prontidão para Atividade Física (Par-Q)	
1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica? () Sim () Não	
2. Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física? () Sim () Não	
3. Você sentiu dor no peito no último mês? () Sim () Não	
4. Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento? () Sim () Não	
5. Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas? () Sim () Não	
6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular? () Sim () Não	
7. Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas? () Sim () Não	

ANEXO 2

CERTIDÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



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 9ª Reunião realizada no dia 17/09/2013, o projeto de pesquisa intitulado: "EFEITO AGUDO E CRÔNICO DAS DIFERENTES VARIÁVEIS DE PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA COM RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE AS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, NEUROMUSCULARES E NEUROMOTORAS EM DIFERENTES POPULAÇÕES" do Pesquisador Gabriel Rodrigues Neto. Prot. nº 0476/13. CAAE: 20355013.2.0000.5188.

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


Dr^a Elaine Marques D. Sousa
Coordenadora CEPICCS/UFPB
Mat. SIAPE: 0332618

ANEXO 3

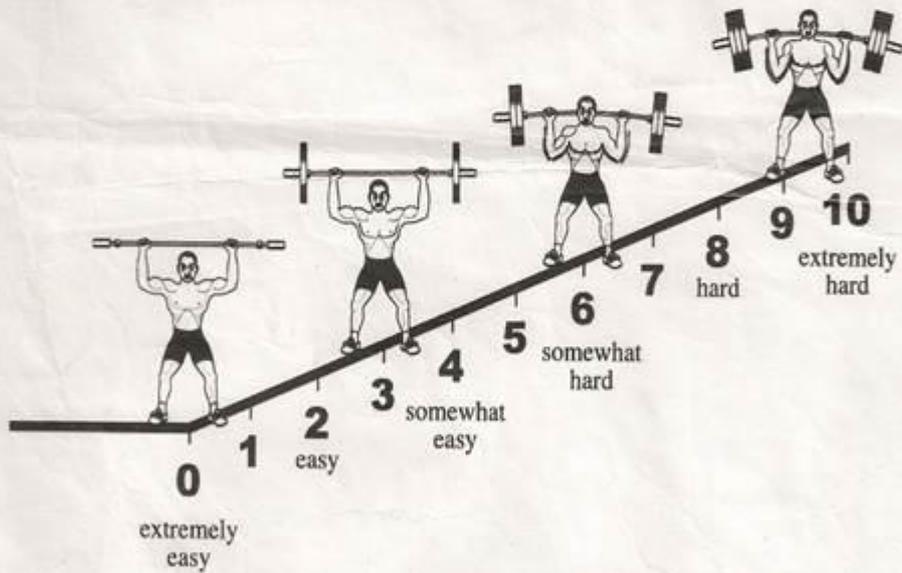
ESCALA DE PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

“RPE SESSION” - QUESTIONÁRIO

Avalia, segundo a escala OMNI-RES (ROBERTSON, 2003), o esforço exercido durante toda a sessão que acabaste de concluir, em relação:

Ao teu corpo em geral _____

ESCALA OMNI-RES



APÊNDICES

APÊNDICE 1

PANFLETO PARA RECRUTAMENTO DA AMOSTRA



**UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO / UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**

**NÚCLEO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO
LABORATÓRIO DE CINEANTROPOMETRIA – LABOCINE**



O LABOCINE ESTÁ SELECIONANDO HOMENS COM IDADE ENTRE 18 A 30 ANOS PARA PARTICIPAR DO PROJETO INTITULADO:

RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE

Coordenador – Ms. Adenilson Targino de Araújo Junior

Orientador – Prof. Dr^o José Vilaça Alves (UTAD – Portugal)

Coorientadora – Prof.^a Dr^a Maria do Socorro Cirilo de Sousa (UFPB)

Número de vagas: 12 vagas

PÚBLICO ALVO: Homens com experiência em exercícios de força com 18 a 30 anos de idade

Início das inscrições: 02 de MARÇO a 02 de MAIO de 2014.

São apenas duas sessões de treinamento

Local: Laboratório de Cineantropometria (localizado ao lado da cantina do elefante branco, dentro do núcleo).

Fone: (83) 8730 – 4494 falar com Adenilson Targino de Araújo Júnior

APÊNDICE 2

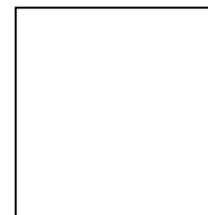
TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, Adenilson Targino de Araújo Júnior, responsável pela pesquisa intitulada ‘RESPOSTAS VENTILATÓRIAS DURANTE E APÓS SESSÕES DE TREINO DE FORÇA SOB DUAS TÉCNICAS: RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO E TRADICIONAL DE ALTA INTENSIDADE’, faço um convite para você participar como voluntário deste estudo. Ao aceitar participar da pesquisa você deverá realizar uma sessão experimental de exercício de força com ou sem a restrição parcial do fluxo sanguíneo. Os riscos envolvidos na participação deste estudo são baixos. Durante os testes você será acompanhado pelo pesquisador. Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo. No entanto, você receberá um relatório completo sobre seu desempenho e participação, assim como do resultado final da pesquisa. Durante todo o período da pesquisa você possui o direito de tirar toda e qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e divulgadas apenas em eventos, trabalhos acadêmicos e publicações científicas. Os gastos necessários para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores.

Autorização:

Eu, _____, após a leitura completa deste documento, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Assinatura do voluntário ou representante legal



Dados do pesquisador: Adenilson Targino de Araújo Júnior, +55 (83) 98730-4494.
adenilsonjunior@yahoo.com.br

APÊNDICE 3
QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE

Este questionário é individual com o objetivo de obter informações a seu respeito. Nele haverá um conjunto de perguntas relativas a sua identificação, estilo de vida e hábitos gerais de saúde.

Nome: _____ N.º: __
Data de nascimento: _____ Idade (anos): _____
3) Usa medicamentos usualmente? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
4) Quais os tipos de medicamentos? _____
5) Fuma? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
8) Diagnóstico de doenças: <input type="checkbox"/> Cardiovasculares <input type="checkbox"/> Lesão musculoesquelética <input type="checkbox"/> Infectocontagiosas <input type="checkbox"/> Hipertensão
10) Pratica exercícios de força? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>
Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda: Frequência semanal: _____ Durante quanto tempo fica nessa atividade (por dia): _____ Há quanto tempo pratica essa atividade? _____

João Pessoa, ____ de _____ de 2014

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador