



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO (IPC) E DEMANDA ENERGÉTICA EM
PROTOCOLOS DE TREINAMENTO RESISTIDO: ANÁLISE DO EFEITO SOBRE
O PERFIL METABÓLICO SEGUNDO DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE
QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA**

LEANDRO OLIVEIRA DA CRUZ SIQUEIRA



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO (IPC) E DEMANDA ENERGÉTICA EM
PROTOCOLOS DE TREINAMENTO RESISTIDO: ANÁLISE DO EFEITO SOBRE
O PERFIL METABÓLICO SEGUNDO DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE
QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA**

LEANDRO OLIVEIRA DA CRUZ SIQUEIRA

Orientador: Prof. Dr. Dalton Müller Pessoa Filho

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

S618p Siqueira, Leandro Oliveira da Cruz
Pré-condicionamento isquêmico (IPC) e demanda energética em protocolos de treinamento resistido: análise do efeito sobre o perfil metabólico segundo diferentes procedimentos de quantificação da resposta / Leandro Oliveira da Cruz Siqueira. -- Rio Claro, 2021
113 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Dalton Müller Pessoa Filho

1. Treinamento Resistido. 2. Gasto Energético. 3. IPC. 4. Metabolismo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO (IPC) E DEMANDA ENERGÉTICA EM PROTOCOLOS DE TREINAMENTO RESISTIDO: ANÁLISE DO EFEITO SOBRE O PERFIL METABÓLICO SEGUNDO DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA.

AUTOR: LEANDRO OLIVEIRA DA CRUZ SIQUEIRA

ORIENTADOR: DALTON MULLER PESSÔA FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. DALTON MULLER PESSÔA FILHO (Participação Virtual)
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP



Prof. Dr. CASSIANO MERUSSI NEIVA (Participação Virtual)
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP

Prof. Dr. DANIEL DOS SANTOS (Participação Virtual)
Departamento de Educação Física / Universidade de Franca - UNIFRAN

Prof. Dr. DAVID MICHEL DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Faculdade de Educação Física / Universidade Federal de Goiás - Jataí/GO

Profa. Dra. BIANCA GUIMARÃES ROSA (Participação Virtual)
FISIOTERAPIA / UNIFENAS

Rio Claro, 03 de março de 2021

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que tornaram, não só este trabalho, mas este processo, possível.

Meu pai e minha mãe que sempre me deram apoio, confiança e fizeram de tudo, moveram montanhas para me dar condições durante esse caminho e para que eu conseguisse finalizá-lo, e ao meu irmão por sempre estar do meu lado.

A minha companheira Naiara pelos dias e noites em claro, dando todo o apoio e confiança necessário, principalmente durante a gestação e com o nosso filho, Felipe, durante seu primeiro ano, tendo assumido grande parte da carga de tempo cuidando dele enquanto eu estava debruçado neste trabalho. E ele, nosso filho, que foi a maior motivação e inspiração, e, sem dúvida, o melhor projeto já realizado em minha vida.

Ao professor Dr. Dalton por toda a orientação e amizade durante todos estes anos, sendo fundamental para a minha formação como docente, pesquisador e indivíduo. Todas as pessoas que contribuíram com o LABOREH, desde as reuniões, coletas, análises de dados e durante o projeto Academia da Praça. Luiz Gustavo, Camila, Lucas, Anderson, Andrei, Astor, André, Danilo, todos vocês foram essenciais para este processo ser finalizado.

Aos participantes da pesquisa, todo meu agradecimento.

Aos meus alunos e alunas, que me tornam um docente melhor todo dia.

A todos trabalhadores e trabalhadoras da área da saúde que durante este ano foram fundamentais na luta contra o COVID-19.

Ao grande amigo Roque Ferreira, que tanto me ensinou, mas que, infelizmente, foi mais uma vítima da COVID-19.

Meu mais sincero agradecimento a cada um de vocês.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Construímos muros demais e pontes de menos”

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”

(Isaac Newton)

RESUMO

O Pré-condicionamento isquêmico (acrômio em inglês: IPC) demonstra ter um efeito ergogênico sobre a performance em diferentes exercícios. O objetivo do presente estudo foi analisar a demanda fisiológica em diferentes protocolos de treinamento resistido (TR) sobre o gasto energético (GE) e da estratégia IPC sobre a demanda energética, a contribuição das diferentes vias bioenergéticas. Além do efeito modulador de IPC sobre a demanda energética em TR, também foi analisado o procedimento de quantificação desta demanda energética para analisar aquele mais apropriado para o exercício de características intermitentes como o TR. Foram analisados quatro homens (23,0 $\pm$ 1,4 anos de treino, 1,80 $\pm$ 0,15 m, peso 94,2 $\pm$ 19,8 kg, 6,4 $\pm$ 1,1 anos de treino, 23,8 $\pm$ 5,9% de gordura corporal), que se submeteram ao teste de uma repetição máxima (1RM) e à execução de sete protocolos de TR, com variação da intensidade de carga (70 e 35% 1RM) e abrangendo 21 exercícios em três sessões (A, B e C). O GE em cada protocolo foi quantificado pela reposta do oxigênio (durante e após os exercícios) e pela variação da concentração de lactato sanguíneo. As diferenças em GE entre protocolos por cada modelos foi analisada por ANOVA (duas entradas, com post-hoc por Bonferroni). O consumo total em EqO₂ em mL O₂ $\times$ kg⁻¹ $\times$ min⁻¹ para o protocolo A70% foi de 45,82 $\pm$ 1,5; A35% 29,53 $\pm$ 5,9; B70% 42,17 $\pm$ 6,29; B35% 32,04 $\pm$ 15,84; B70%IPC 50,88 $\pm$ 12,54; C70% 50,29 $\pm$ 6,02 e C 35% 32,52 $\pm$ 7,63. Ao converter o custo total de EqO₂ para unidade de Kcal pode-se verificar que o treino A 70% apresentou valores para os Modelos 1, 2 e 3 que corresponderam à 202,1 $\pm$ 30,45; 115,66 $\pm$ 35,63 e 148,11 $\pm$ 20,69 kcal; A35% 191,38 $\pm$ 13,00; 115,45 $\pm$ 13,81; 146,45 $\pm$ 20,69 kcal; B70% 234,63 $\pm$ 51,29; 140,40 $\pm$ 29,81; 179,70 $\pm$ 54,56 kcal; B35% 262,44 $\pm$ 70,91 160,15 $\pm$ 40,20; 212,13 $\pm$ 64,23 kcal; B70%_{IPC} 249,74 $\pm$ 60,13; 152,34 $\pm$ 31,76; 182,41 $\pm$ 51,13 kcal, C70% 213,29 $\pm$ 53,94; 132,48 $\pm$ 37,10; 150,48 $\pm$ 35,99 kcal e C35% 212,87 $\pm$ 24,07; 134,61 $\pm$ 33,81; 158,57 $\pm$ 21,67 kcal. No presente estudo, o método IPC não apresentou melhora na performance durante o TR ou influenciou na alteração no gasto energético total. Os protocolos de TR, com baixa ou alta carga, quando equalizados em carga total, apresentaram gasto energético total maior nos protocolos com maior tempo de atividade. Entretanto, quando comparados por tempo de exercício, os protocolos com cargas altas demonstraram ser mais eficientes quanto ao maior gasto energético relativo. E,

para que o gasto energético seja calculado de forma adequada, é necessário considerar a análise lactacidêmica.

Palavras-chave: Treinamento resistido; Gasto energético; IPC; Metabolismo.

Abstract

Ischemic preconditioning (IPC) has an ergogenic effect on performance in different exercises. The purpose of the present study was to analyze the physiological demand in different resistance training protocols (RT) on energy expenditure (GE) and the IPC strategy on energy demand and the contribution portion of different bioenergetic pathways. In addition to the IPC modulating effect on energy demand in TR, the procedure for quantifying this energy demand was also analyzed to assay the most appropriate one for the exercise of intermittent characteristics such as TR. Four men were analyzed (23.0 ± 1.4 years of training, 1.80 ± 0.15 m, weight 94.2 ± 19.8 kg, 6.4 ± 1.1 years of training, 23.8 ± 5 , 9% of body fat), who went through the test of a maximum repetition (1RM) and the execution of seven RT protocols, with variation of the load intensity (70 and 35% 1RM) and covering 21 exercises in three sessions (A, B and C). The EG in each protocol was quantified by the oxygen response (during and after the exercises) and by the variation of blood lactate concentration. Differences in GE between protocols for each model were analyzed by ANOVA (two entries, with post-hoc by Bonferroni). The total consumption of EqO_2 in $\text{mlO}_2 \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ for the A70% protocol was 45.82 ± 1.5 ; A35% 29.53 ± 5.9 ; B70% 42.17 ± 6.29 ; B35% 32.04 ± 15.84 ; B70% CPI 50.88 ± 12.54 ; C70% 50.29 ± 6.02 and C 35% 32.52 ± 7.63 . When converting the total cost of EqO_2 to a Kcal unit, it can be verified that training A 70% presented values for Models 1, 2 and 3 that corresponded to 202.1 ± 30.45 ; 115.66 ± 35.63 and 148.11 ± 20.69 kcal; A35% 191.38 ± 13.00 ; 115.45 ± 13.81 ; 146.45 ± 20.69 kcal; B70% 234.63 ± 51.29 ; 140.40 ± 29.81 ; 179.70 ± 54.56 kcal; B35% 262.44 ± 70.91 160.15 ± 40.20 ; 212.13 ± 64.23 kcal; B70% CPI 249.74 ± 60.13 ; 152.34 ± 31.76 ; 182.41 ± 51.13 kcal, C70% 213.29 ± 53.94 ; 132.48 ± 37.10 ; 150.48 ± 35.99 kcal and C35% 212.87 ± 24.07 ; 134.61 ± 33.81 ; 158.57 ± 21.67 kcal. In the present study, the IPC method did not show any improvement in performance during RT or influenced the change in total energy expenditure. The protocols of RT, with low or high load, when equalized at full load, showed higher total energy expenditure in the protocols with longer activity time. However, when compared by exercise time, the protocols with high loads proved to be more efficient as to the greater relative energy expenditure. And, for energy expenditure to be calculated properly, it is necessary to consider lactacidemic analysis.

Keywords: *Resistance training; Energetic expenditure; IPC; Metabolism.*

LISTA DE ABREVIATURAS

Lista de abreviaturas empregadas no texto, descritas em ordem alfabética

SIGLA	DESCRIÇÃO
$\dot{V}O_{2EE}$	Consumo de oxigênio ao final do exercício
%G	Percentual de gordura
[La ⁻]	Concentração de lactato sanguíneo
[La ⁻]pico	Concentração de lactato pico
A1	Amplitude da assíntota do componente rápido da resposta do $\dot{V}O_2$
A2	Amplitude da assíntota do componente lento da resposta do $\dot{V}O_2$
ABD	Cadeira abdução
AD	Cadeira adução
AST	Área de secção transversa
ATP	Trifosfato de Adenosina
CMO	Conteúdo mineral ósseo
CR	Crucifixo reto
DE	Desenvolvimento posterior
EAn	Demanda energética anaeróbia
EF	Elevação frontal
EL	Elevação lateral
EPOC	Consumo excessivo de oxigênio pós exercício
Eq. O ₂	Equivalentes de oxigênio
EqO ₂ [La ⁻]]	Componente láctico em Eq. De O ₂
EX	Cadeira extensora
FC	Frequência cardíaca
F _{cmax}	Frequência cardíaca máxima
FL	Mesa flexora
GE	Gasto energético
IMC	Índice de massa corporal
IPC	Pré condicionamento isquêmico

KCal	Quilocalorias
L45	Leg press 45
LH	Leg press horizontal
MCT	Massa corporal total
MG	Massa gorda
MIG	Massa isenta de gordura
mLO ₂	Mililitro de oxigênio
MM	Massa magra
O ₂	Oxigênio
PL	Pulley costas
PN	Panturrilha
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PT	Pulley tríceps
Q	Débito cardíaco
RA	Remada alta
RB	Remada baixa
RD	Rosca direta
RF	Falha concêntrica
RM	Repetição máxima
RMA	Remada máquina
RMT	Rosca martelo
SI	Supino inclinado
SR	Supino reto
TC	Treinamento em circuito
TD1	Início do componente rápido da cinética do $\dot{V}O_2$
TD2	Início do componente lento da cinética do $\dot{V}O_2$
TR	Treinamento resistido
TT	Triceps testa
$\dot{V}O_{2max}$	Consumo máximo de oxigênio
VS	Volume sistólico
τ_1	Constante de ajuste temporal do componente rápido do $\dot{V}O_2$
τ_2	Constante de ajuste temporal do componente lento do $\dot{V}O_2$

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Modelos de cálculo do gasto energético.....	35
FIGURA 2- Delineamento geral do protocolo experimental	39
FIGURA 3- Ordem de execução dos exercícios e momentos de coleta em cada protocolo de TR.....	43
FIGURA 4- Configuração geral da intervenção com a técnica IPC.....	44
FIGURA 5- Escala de avaliação da percepção de esforço Escala de OMNI, Adaptado de Roberts <i>et al.</i> , (2004).....	45
FIGURA 6- Coleta de dados para o cálculo dos modelos para a obtenção do gasto energético.....	51
FIGURA 7- 7 Momento em que ocorreram a coleta dos dados em cada modelo de cálculo do gasto energético.....	52
FIGURA 8- Média da classificação da PSE entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B.....	56
FIGURA 9- Média do número de repetições entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B.....	58
FIGURA 10- Média do percentual do $\dot{V}O_{2max}$ obtido durante os exercícios entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B.....	60
FIGURA 11- Média da $[La^-]$ de cada exercício entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B.....	62
FIGURA 12- Média do percentual da contribuição de cada via bioenergética em cada protocolo de treinamento.....	70
FIGURA 13- Comparação entre o custo energético ($EqO_2 \times Kg$ peso corporal $\times min^{-1}$) nos diferentes protocolos de TR pelos modelos propostos.....	73
FIGURA 14: Média do percentual da contribuição de cada via bioenergética em cada protocolo de treinamento nos diferentes modelos propostos.....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Exercícios selecionados para compor os protocolos de TR.....	39
TABELA 2- Valores de força máxima pelo teste de 1RM para os exercícios dos protocolos de treinamentos entre os participantes.....	50
TABELA 3 - Valores da carga total do treino (kg) por protocolo entre os participantes.....	51
TABELA 4 - Valores de consumo de equivalentes de O ₂ por exercício.....	60-53
TABELA 5 - Resposta alática em eqo ₂ por protocolo de treino.....	65
TABELA 6 - Resposta láctica em eqo ₂ por protocolo de treino.....	66
TABELA 7 - Consumo total em equivalentes de O ₂ por protocolo de treino total.....	68
TABELA 8 - Custo por protocolo de treino nos diferentes modelos propostos...	69

SUMÁRIO

Sumário

AGRADECIMENTOS	i
“Construímos muros demais e pontes de menos”	ii
I – INTRODUÇÃO	13
II - REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Treinamento Resistido	16
2.2 TR e Composição Corporal	21
2.3 Treinamento Resistido e resposta metabólica.....	24
2.4 – EPOC Treinamento Resistido.....	27
2.5 Pré Condicionamento Isquêmico - Bases fisiológicas e aplicações na performance	29
III- OBJETIVO	36
3.1 Objetivo geral:.....	36
3.2 Objetivos específicos:.....	36
3.3 Hipóteses.....	37
IV – MÉTODOLOGIA	38
4.1 Participantes.....	38
4.2 Procedimentos	38
4.2.2 Teste Incremental para determinação do $\dot{V}O_{2max}$	39
4.2.3. Teste de 1 RM.....	40
4.2.4. Avaliação da Composição corporal (DXA)	41
4.2.5. Treinamento.....	41
4.2.6. Pré-Condicionamento Isquêmico.....	43
4.2.7. Mensuração da resposta do $\dot{V}O_2$ durante e após o exercício	44
4.2.8. Análise do lactato sanguíneo	46
4.2.9. Gasto energético aeróbio da atividade ($\dot{E}_{Aer}$)	46
4.2.10. Gasto energético anaeróbio alático da atividade (EqO_{2Alat}).....	47
4.2.11. Gasto energético anaeróbio láctico da atividade ($EqO_{2[La^-]}$)	48
4.2.12. Modelos de quantificação do gasto energético	49
4.3 Estatística	52
V – RESULTADOS.....	54
5.1- Carga de treinamento	54
5.2 – Percepção subjetiva do esforço	56

5.3- Repetições.....	58
5.4 – Intensidade aeróbia (% $\dot{V}O_2$ max) do treinamento	60
5.5 – Acúmulo de Lactato.....	62
5.6 – Custo de O_2 por exercício e protocolo	64
5.7- Contribuição alática	68
5.8- Contribuição láctica	69
5.9 – Contribuição metabólica por protocolo	70
5.10 - Consumo energético total.....	71
5.11 – Comparação entre os modelos de cálculo	72
VI – DISCUSSÃO	80
6.1 Comparação entre os protocolos quanto à demanda energética total e contribuição de cada via bioenergética	80
6.2 O efeito ergogênico da técnica IPC no TR	82
6.3 Diferença entre os modelos de quantificação do gasto energético.	84
VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
XIX – ANEXOS.....	106
Anexo I – Termo de Compromisso	106
Anexo II – Ficha de coleta	109

I – INTRODUÇÃO

A busca pela melhora do desempenho com o treinamento, abrem espaço para algumas técnicas como a oclusão e o Pré-condicionamento isquêmico (acrônimo em inglês: *Ischemic pre condition* - IPC) (KILDUFF et al., 2013). O pré-condicionamento isquêmico é uma técnica que consiste em ocluir o fluxo sanguíneo de um membro em tempos regulares, promovendo ciclos de oclusão/reperfusão (MURRY et al., 1986; deGROOT et al., 2010). O IPC demonstra ter um efeito ergogênico sobre a performance em diferentes práticas, como o ciclismo (CRISAFULL et al., 2011), corrida (BAILEY et al., 2012a), exercício intermitente (MAROCOLO et al., 2017) e exercício resistido (BARBOSA, et al., 2015; MAROCOLO et al., 2016a; MAROCOLO et al., 2016b).

Em uma revisão sobre a relação do IPC com a performance indicou alguns possíveis mecanismos fisiológicos desencadeados pelo IPC, como a maior perfusão sanguínea e captação muscular de oxigênio (O_2), aumento da concentração de lactato sanguíneo $[La^-]$ e maior frequência cardíaca (FC), volume sistólico (V_s) e débito cardíaco (Q) durante o exercício. Dentre os mecanismos prováveis sobre a melhora da performance, foi apontado aumento da ressíntese de fosfocreatina (BAILEY et al., 2012b), aumento do consumo de oxigênio (VO_2) (ANDREAS et al., 2011) e aumento da produção de óxido nítrico (SINGH et al., 2017).

Esses mecanismos podem resultar em eventos moleculares capazes de reduzir o dano causado pela isquemia (TOMAI et al., 1999). O efeito agudo da técnica IPC sobre o desempenho tem apresentado resultados promissores, apesar de escassos e inconclusivos. Ao comparar o desempenho de ciclistas

treinados em testes progressivos máximos, com e sem aplicação prévia (30 minutos) da técnica IPC, observou-se um aumento de 3,0% no $\dot{V}O_{2\max}$ e de 1,6% na $P_{\max}$. Entretanto, não foi observado efeito sobre a resposta submáxima, mas as melhoras foram relatadas como equivalentes à um mês de treinamento em alta altitude (deGROOT *et al.*, 2010).

Um maior efeito da técnica IPC sobre a performance em exercícios de alta intensidade também foi reportado nos estudos de Anderson *et al.*, (2008) e Jean-St-Michel *et al.*, (2011), que observaram, respectivamente, redução de 1,7% no tempo de nado em 100 metros e 4,7% de redução no melhor tempo para distâncias curtas de preferência. Adicionalmente, o estudo de Jean-St-Michel *et al.*, (2011) também relatou não haver efeito da técnica IPC sobre séries de 200 metros executadas com velocidade de nado submáxima.

Outra explicação para a melhora da performance sob efeito de IPC é a eficiência muscular na utilização de ATP para a contração muscular (PANG *et al.*, 1995; BAILEY *et al.*, 2012a). Essa explicação contribui para entender as alterações da economia de movimento, aumento de números de repetições e carga total no exercício resistido (de SOUZA *et al.*, 2019).

Entretanto, estudos tem demonstrado que, para que o efeito ergogênico do IPC seja percebido, é necessário que seja realizado uma análise (TOCCO *et al.*, 2015; HALLEY *et al.*, 2019; de SOUZA *et al.*, 2019), o que dificulta ainda mais o entendimento sobre o efeito do IPC sobre os mecanismos que contribuem para a melhora da performance, sendo necessário a busca por diferentes métodos de análise para que seja possível a obtenção de valores que confirmem ou não, as respostas obtidas.

A contribuição do IPC para a melhora da performance no treinamento resistido (TR) está relacionada ao aumento do número de repetições, o que pode contribuir com melhores resultados por alterar o volume total de treinamento (CARVALHO *et al.*, 2020), entretanto seu efeito na contribuição energética e a contribuição pelas vias bioenergéticas ainda necessitam ser melhor elucidado.

O cálculo do gasto energético durante TR por método indireto é obtido pela mensuração do consumo de O₂ durante e após o exercício, obtendo-se valores referentes as vias bioenergéticas (SCOTT, 2006a). A mensuração de lactato para cálculo da estimativa da demanda glicolítica pode ocasionar alteração nos valores obtidos, dependendo do modelo de análise utilizado (MEDBO, 1993). Portanto, a necessidade de ajuste e a utilização do modelo de cálculo adequado são essenciais para o melhor entendimento da resposta bioenergética ao TR.

O presente estudo pretende analisar o efeito da técnica IPC sobre indicadores do desempenho e GE durante TR, a contribuição das diferentes vias bioenergéticas e a determinação da contribuição aeróbia e anaeróbia láctica e aláctica, além de analisar o processo de quantificação dessa demanda energética, principalmente anaeróbia, uma vez que o cálculo energético é protocolo dependente e a literatura apresenta ao menos três modelos, e a interação entre as variáveis de cálculo difere se o exercício é constante ou intermitente, além da contribuição anaeróbia durante exercícios intermitentes tem sido observada em contextos isolados, e não durante protocolos com diferentes exercícios combinados, que conduz a questionar a validade ecológica dos resultados apresentados na literatura.

II - REVISÃO DE LITERATURA

O presente estudo abrange o conhecimento sobre o treinamento resistido, com o propósito de caracterizar prescrições do TR com maior efetividade na demanda energética e, assim, mais adequado para as alterações da composição corporal, com vistas ao aumento da massa magra e redução da massa gorda. Por isso, a revisão dos protocolos propostos na literatura em estudos que observaram a demanda energética será descrita para fundamentar a proposta deste estudo, assim como seus efeitos sobre a composição corporal e adaptações secundárias relacionadas a melhora do rendimento e da saúde. Contudo, pelo fato do presente estudo envolver uma condição experimental de modulação aguda da perfusão e difusão periférica (técnica IPC), essa revisão também inclui o papel da IPC na modulação energética durante os exercícios e no desempenho esportivo.

2.1 Treinamento Resistido

O Treinamento Resistido (TR) é um método de treinamento que se utiliza da execução de movimentos contra uma carga, podendo esta ser uma carga externa (halteres, barras, anilhas, máquinas) ou interna (peso corporal) (KRAEMER, KOZIRIS, 1992; FEIGENBAUM & POLLOCK, 1997). O TR conduz a adaptações estruturais, metabólicas e neurais, aprimorando as capacidades físicas e a habilidade de ativação neural, desenvolvimento da aptidão de força, resistência muscular localizada, hipertrofia muscular e coordenação motora (HAKKINEN, 1994; KRAEMER *et al.*, 1998; KREAMER & RATAMESS, 2000; SIDDIQUE *et al.*, 2019).

A prática do TR é realizada por atletas para a melhora da performance e massa muscular, mas também é praticado por indivíduos que buscam melhora na qualidade de vida e seus benefícios para a saúde, sendo indicado a prática para crianças, adolescentes, adultos saudáveis, idosos e populações clínicas (diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, obesidade e doenças neuromusculares) (KRAEMER, *et al.*, 2001; ACSM, 2009; GARBER *et al.*, 2011, MORO *et al.*, 2014). A manipulação das variáveis presentes no TR são responsáveis pela manutenção do estímulo do exercício no indivíduo e a maximização das adaptações causadas pelo treinamento (IZQUIERDO *et al.*, 2006).

O Treinamento Resistido (TR) é caracterizado por realizar repetições dinâmicas e/ou estáticas, em segmentos musculares localizados, com a utilização de carga externa ou o peso corporal, através de ações concêntricas e excêntricas (FLECK; KRAEMER, 2006; WERNBOM *et al.*, 2007). O TR tem sido recomendado como forma terapêutica importante para a melhora da qualidade de vida em seus diferentes aspectos (FLECK; KRAEMER, 2006; ACSM 2007). Quando se busca a alteração da composição corporal, o controle do consumo e do gasto energético (balanço energético) é imprescindível para a obtenção do objetivo desejado, pois quando não há coerência entre a ingestão calórica, o gasto energético basal, e o gasto energético da atividade realizada, o metabolismo não trabalhará a favor do que é objetivado pelo sujeito que está realizando o treinamento (POEHLMAN; MELBY, 1998)

O método de treinamento realizado é um determinante para a obtenção do sucesso frente ao objetivo programado. Para isso, é necessário a manipulação de variáveis de intensidade (carga, intervalo) e volume (repetições,

séries), pois desta forma é possível adequar o treinamento ao objetivo pré-determinado (KRAEMER, *et al.*, 1987; CREWETHER, *et al.*, 2006; ACSM, 2009). Tais variações influenciam diretamente nas adaptações ao exercício, a contribuição das vias energéticas, portanto, além do método de treinamento realizado, a periodização do treinamento é uma ferramenta fundamental para a elaboração do programa de treinamento resistido (FLECK, 1999; HASS, 2000).

Quantidade de repetições, séries, exercícios, frequência semanal, Repetição Máxima (RM), carga (% de 1 Repetição Máxima), carga total (repetições $\times$ séries $\times$ carga), tempo de intervalo, cadência do movimento e tempo sobre tensão são variáveis que podem ser manipuladas para maximizar tais adaptações, entretanto, é necessário que a prescrição seja realizada de forma individualizada para atender o objetivo preconizado pelo praticante (FLECK; KRAEMER, 2006; IZQUIERDO *et al.*, 2006; SCHOENFELD, OGBORN; KRIEGER, 2016).

O controle de carga é uma variável que se relaciona diretamente com o estímulo muscular (DE SOUZA NETO *et al.*, 2017; KRAUSE NETO *et al.*, 2018), sendo o volume total (repetições $\times$ série $\times$ carga) um método de cálculo de carga total de treinamento. Dentro os métodos de treinamento resistido, o Circuito (TC) é um método que compreende de 6 a 12 estações, com intensidade entre 55% a 80% 1RM (uma repetição máxima) e 15 a 30 segundos de intervalo entre as estações (WILMORE, *et al.*, 1978; SIQUEIRA, *et al.*, 2018). O treinamento resistido realizado com cargas mais altas (>60%) são os que demonstram melhores respostas para o ganho de força muscular, entretanto, cargas altas e baixas (>60%) apresentam respostas similares quanto a

hipertrofia muscular, desde que o seja obtido a falha concêntrica (SCHOENFELD *et al.*, 2017).

Um programa de TR por 10 semanas reduziu a massa corporal gorda e aumentou a massa magra de oito indivíduos saudáveis (GOMES *et al.*, 2013). Estas mudanças da composição corporal induzidas pelo TR ocorrem pela manutenção ou ganho de massa magra, gasto energético (GE) durante o exercício, consumo de oxigênio após o exercício e aumento da taxa metabólica basal (POEHLMAN; MELBY, 1998; HADOCK; WILKIN, 2005). Para que a prescrição do TR contribua para que o praticante atinja seu objetivo, é necessário que o programa de treinamento esteja elaborado para produzir o estímulo necessário para a obtenção da resposta esperada (KRAEMER & RATAMESS, 2004; SCHOENFELD, 2010).

Para que um programa de treinamento seja elaborado corretamente, Kraemer e Ratamess (2004) apontam que a prescrição do TR deve considerar as seguintes variáveis para que seja possível o melhor controle do estímulo do treinamento, sendo elas a ação muscular utilizada (concêntrica, excêntrica, isométrica), o sistema bioenergético envolvido, a carga utilizada, o controle das variáveis de volume de treinamento (número total de séries e repetições), a ordem dos exercícios e a estrutura do treinamento (número de grupos musculares treinados por sessão), a sequência de execução do treinamento, o intervalo entre as séries, a velocidade de execução e a frequência de treino.

Qualquer alteração em uma destas variáveis pode alterar o estímulo do treinamento, tornando a manipulação dos programas de treinamento uma ferramenta para tornar o treinamento mais motivador. Para a obtenção de melhores resultados, é necessário que a prescrição envolva a manipulação de

cada variável de forma específica (KRAEMER; RATAMESS, 2000; FLECK; KRAEMER, 2006). O TR pode ser realizado até a Falha Concêntrica (RF), que é a incapacidade de realizar o movimento devido a fadiga, ou com cargas submáximas, quando as repetições são realizadas sem que ocorra a RF.

A necessidade de que o TR chegue a RF para a obtenção das adaptações decorrentes do programa de treinamento vem sendo discutido constantemente (FRY *et al.*, 1994; FLECK, 1999; GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2005; WILLARDSON; NORTON; WILSON, 2010) e novos métodos de quantificação de carga estão sendo propostos com o intuito de facilitar a prescrição do treinamento sem que, necessariamente, se atinja a RF, como as escalas subjetivas de esforço (ROBERTSON *et al.*, 2003; ROW; KNUTZEN; SKOGSBER, 2012; TESTA; NOAKES; DESGORCES, 2012).

A elaboração do programa de TR adequado pode ser benéfica para performance atlética, marcadores de qualidade de vida e em parâmetros de saúde, sendo praticado por atletas, pessoas saudáveis e por sujeitos em reabilitação. Portanto, para que o TR seja prescrito de forma adequada, é necessário que seja elaborado pensando em todas as variáveis apresentadas anteriormente para que atenda ao objetivo do praticante sem que haja prejuízo com o treinamento e que se obtenha os melhores resultados através da prescrição individualizada (GUIMARÃES *et al.*, 2018a; GRIFFITHS *et al.*, 2019; SOUZA, 2019; PIMENTA *et al.*, 2019).

2.2 TR e Composição Corporal

O TR é praticado, dentre outros objetivos, para alteração na composição corporal, como ganho de massa muscular, perda de gordura e alteração da composição corporal óssea (KRAEMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009). A composição corporal é determinado analisando os tecidos corporais, como Massa Gorda (MG), massa total, em quilogramas, de tecido adiposo, Massa Magra (MM) é massa de tecidos muscular e visceral, excluindo-se a MG e o Conteúdo Mineral Ósseo (CMO), Massa Isenta de Gordura (MIG) massa corporal da soma entre MM e CMO, ao somar todo o conteúdo, temos o peso corporal, ou Massa Corporal Total (MCT) (GUIMARÃES et. al., 2018b).

O percentual de gordura corporal (%G) é a razão da MCT em relação a MG, e é um indicativo de saúde, determinando quadro de obesidade e risco a saúde e um preditor de risco cardiovascular melhor que o Índice de Massa Corporal (IMC) (ZENG *et al.*, 2012). A alteração da composição corporal ocorre decorrente dos estímulos mecânicos, metabólicos e hormonais através do treinamento (ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2010), além de fatores secundários, como alteração na ingestão de nutrientes, restrição ou superávit calórico, e a utilização de substâncias ergogênicas (KRAEMER; RATAMESS, 2004; HACKETT; JOHSON; CHOW, 2013).

A busca por alterações da composição corporal através do TR não se dá somente por motivos estéticos, mas também por saúde, visto que o excesso de gordura corporal está associado ao aumento de risco cardiovascular e resistência à insulina (SUNDELL, 2011). Por consumir mais energia em repouso que o tecido adiposo, o tecido muscular contribui com o aumento do gasto

energético total, auxiliando no processo de perda de peso, incluindo a gordura abdominal (HEYMSFIELD *et al.*, 2002). O aumento do tecido muscular, ocorrido em detrimento ao TR, pode contribuir como um fator determinante para a sensibilidade à insulina, pois, além do próprio TR, o tecido contribui com o controle glicêmico em indivíduos com resistência a insulina e diabetes tipo 2, através do aumento do conteúdo de GLUT-4 intramuscular, receptores de insulina, proteína kinase B- α/β e atividade da enzima glicogênio sintase no tecido muscular (HOLTEN, *et al.*, 2004; TRESIERRAS; BALADY, 2009; IRVINE; TAYLOR, 2009). Além de alterações nos tecidos muscular e adiposo, o TR também possibilita adaptações ao tecido ósseo (PIMENTA *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019).

Em uma revisão sistemática, Pimenta *et al.*, (2019) demonstraram que a força muscular é um parâmetro para variação da Densidade Mineral Óssea e do CMO, sendo o TR uma ferramenta que contribui com tais parâmetros, sendo ele realizado com alta ou baixa carga (CIOLAC *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2019), contribuindo com a saúde óssea, sendo superior ao exercício aeróbico durante a perda de peso (BEAVER *et al.*, 2017). No processo de envelhecimento, um dos fatores que contribuem para a redução da qualidade de vida é a diminuição da CMO, sarcopenia e redução da força muscular (GOING; WILLIAMS; LOHMAN, 1995) e o TR, além de contribuir com a melhora do CMO (GRUIMARÃES, *et al.*, 2018a) também contribui com o ganho de força (ACSM, 2009), que é um fator que se relaciona positivamente com o CMO e, conseqüentemente, a saúde óssea (SIQUEIRA *et al.*, 2018b), sendo este um método de treinamento muito importante para contribuir com a saúde e a qualidade de vida durante o processo de envelhecimento ao atenuar o processo de sarcopenia (JOHNSTON; DE

LISIO; PARISE, 2008) e osteoporose (RAISZ, 2005; GUADALUPE-GRAU *et al.*, 2009).

O TR, além das alterações da composição corporal apresentadas, sobre redução de tecido adiposo e alteração no conteúdo mineral ósseo, tem como o ganho de massa muscular uma de suas principais adaptações (ACSM, 2009). O TR causa o aumento da área de secção transversa do músculo (AST), tal processo é entendido por hipertrofia muscular, ou seja, o aumento da área do tecido muscular (KRAEMER; RATAMESS; FRENCH, 2002; AHTIAINEN *et al.*, 2003; ACSM, 2009). O treinamento, quando realizado de maneira adequada, aponta para ganhos de até 50% de aumento da AST em homens e mulheres destreinadas (HUBAL *et al.*, 2005, SCHOENFELD *et al.*, 2014; SCHOENFELD *et al.*, 2015; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016).

Tal processo ocorre devido ao estímulo do TR, que contribui para a síntese de proteína muscular e a ativação de células satélites, que, após o estímulo, contribuem com o processo de supercompensação proteica, além do aumento da produção de hormônios que contribuem com o processo hipertrófico (CROWLEY; MATT, 1996; SINHA-HIKIM *et al.*, 2003; FINK; SCHOENFELD; NAKAZATO, 2018).

Durante o início do treinamento, em indivíduos destreinados, o ganho de força resultante do treinamento não advém da hipertrofia, mas sim das adaptações neurais ocorridas devido ao treinamento (MULLIGAN, *et al.*, 1996), entretanto, com o passar do tempo o processo de hipertrofia muscular resultante do TR se torna o fator predominante (SCHOENFELD, 2010). A hipertrofia muscular causada pelo TR ocorre devido ao aumento de sarcômeros e miofibrilas em paralelo (PAUL; ROSENTHAL, 2002). E ela pode ocorrer como

relatado posteriormente, devido ao aumento da AST, mas também pode ocorrer devido ao aumento de conteúdo intra-muscular, como elementos não-contráteis e fluidos presentes no interior da célula, chamada também de hipertrofia sarcoplasmática (SCHOENFELD, 2010).

2.3 Treinamento Resistido e resposta metabólica

O esforço realizado durante a prática do TR é dependente da disponibilidade de energia proveniente do trifosfato de adenosina (ATP) para que ocorra a contração muscular (HARGREAVES; SPRIET, 2020). O gasto energético proveniente do treinamento é consequência da produção de calor produzida da utilização e ressíntese de ATP (SCOTT, 2006). Quando o organismo é exposto ao estresse do exercício, quanto maior ele for, maior a demanda de ATP e, para que o esforço seja possível de ser realizado, é necessário que, quanto maior a demanda, maior a capacidade de síntese de ATP (MAUGHAN; GLEESON, 2000).

Para a obtenção de valores referentes à contribuição energética durante o TR é necessário analisar a contribuição energética proveniente não somente do metabolismo aeróbio, mas também dos componentes anaeróbios (DI PAMPRERO; FERRETTI, 1999; SCOOT, 2006). De Souza *et al.*, (2011) demonstram que o limiar anaeróbio em TR se encontra entre 25 e 30% de 1 RM, portanto, se torna necessário calcular o componente anaeróbio em protocolos com cargas acima das supracitadas. Barro *et al.*, (2004) também demonstraram que em exercícios com intensidade superior a 30% de 1 RM, se inicia um processo de colapso dos capilares da musculatura que está em atividade,

tal efeito mecânico causa desencadeia um processo de diminuição do fluxo de sangue periférico e reduzindo o transporte de O₂ das fibras musculares ativas, ou seja, reduzindo ainda mais a utilização energética proveniente do metabolismo aeróbio durante o TR.

A redução de oferta de O₂ obriga a obtenção de ATP através de outras vias (anaeróbia láctica e anaeróbia aláctica), além de também contribui para o aumento da produção de lactato, visto que, a obtenção de ATP através da via glicolítica, quando em ambiente com oferta de O₂ reduzida, dificulta a ação da enzima Piruvato Desidrogenase que realiza a conversão do piruvato (produto final da glicólise) em Acetil-CoA, aumentando a produção e, conseqüentemente, o acúmulo de lactato (BROOKS, 2020). Portanto, é mais um fator que se apresenta como obstáculo para a obtenção do gasto energético total somente através do consumo de O₂. A necessidade de obtenção de valores provenientes do metabolismo anaeróbio é um fator limitante quanto se trata de análise de calorimetria indireta do TR.

O método de treinamento utilizado durante o TR influencia diretamente nas respostas metabólicas durante a atividade, desde a contribuição de cada via bioenergética até o gasto energético total da atividade (SCOOT *et al.*, 2011a). A mesma carga, equalizada em 2 método de treinamento diferente apresentaram valores semelhantes de gasto energético com diferente contribuição de cada via bioenergética, sendo maior contribuição do metabolismo anaeróbio, representado através da resposta lactacidêmica, no método circuito ($12,89 \pm 2,54$ mmol) (ANICETO *et al.*, 2013), corroborando com os achados de Siqueira *et al.*, (2018a), que demonstraram maior contribuição láctica no método de treinamento em circuito quando comparado ao treinamento em blocos ($15,0 \pm$

2,5 mmol/l e $12,8 \pm 2,2$ mmol/l respectivamente). Ao realizar a quantificação da contribuição das vias bioenergéticas durante toda a sessão do TR, Aniceto *et al.*, (2013) apresentaram, para o método tradicional 93% de contribuição aeróbia e 7% anaeróbia, enquanto que o método circuito foi de 92% aeróbia e 8% anaeróbia, entretanto, sem diferença significativa no gasto energético total da atividade (método tradicional: $171,99 \pm 21,36$, método circuito: $176,97 \pm 23$).

Como exposto anteriormente, o gasto energético proveniente do TR deve ser calculado através da soma dos valores obtidos das vias bioenergéticas, e o método de treinamento tem uma relação direta com o gasto, sendo o volume (séries, repetições, tempo em atividade) e intensidade (carga, tempo de intervalo) do treinamento variáveis determinantes para uma maior ou menor demanda energética (NAKAGATA, *et al.*, 2018a; RUSTADEN, *et al.*, 2020). Entretanto, para que seja calculado o gasto total do exercício, é necessário que se obtenha valores referentes ao componente aeróbio e anaeróbio, mas o componente anaeróbio não pode ser quantificado pela calorimetria indireta (análise do consumo de O_2) (SCOOT, 2006).

Para a obtenção de valores referentes a demanda energética proveniente do metabolismo anaeróbio, é possível obtê-lo através da variação lactacidêmica, como proposto por Di Prampero e Ferreti (1999) ao converter cada mmol de lactato por kg de peso corporal em 3 ml de O_2 , sendo 1 litro de O_2 = 5,05 kcal, tornando a análise do gasto energético obtida somente pela calorimetria indireta um modelo que subestima o gasto energético da atividade, como exposto por Scoot (2006), que demonstra que sem a quantificação do componente anaeróbio e do Consumo Excessivo de Oxigênio Pós-Exercício (acrônimo em inglês: EPOC) não se pode com precisão o gasto energético de uma atividade.

2.4 – EPOC Treinamento Resistido

O consumo excessivo de O_2 pós exercício é o aumento do consumo causado pelo lastro do esforço previamente realizado, e normalmente ocorre de maneira bifásica, sendo a primeira a fase rápida, que apresenta um declínio exponencial, causada, principalmente, pela ressíntese de ATP e fosfocreatina (BOGDANIS et al., 1995). A segunda fase, ou fase lenta, ocorre devido a outros fenômenos metabólicos, como reesterificação de triacilglicerol, ressíntese de glicogênio, transporte de lactato, e reparação de danos musculares, fatores muito presentes no TR (HERMANSEN et al., 1984; BANGSBO et al., 1991; WOLFE et al., 1995; HUNTER et al., 2017).

O EPOC ocorre após a prática do exercício e tem grande relação com o déficit de O_2 que ocorre durante a necessidade de obtenção de energia, principalmente o que foi necessário para a obtenção de energia durante a fase inicial do exercício (GAESSER; BROOKS, 1984). Logo após o exercício, ocorre uma redução acentuada do consumo máximo de O_2 ($\dot{V}O_2$), pois há uma redução de demanda energética, já que o esforço é cessado. Esse comportamento de redução do $\dot{V}O_2$ nos momentos iniciais pós-esforço é conhecido como EPOC-rápido, entretanto, os valores de $\dot{V}O_2$ não retornam aos valores de repouso de forma imediata, pois é necessário que os valores de consumo fiquem abaixo de $5,0 \text{ ml (kg} \times \text{min)}^{-1}$ ou aos valores de repouso, e, até que isso ocorra, o consumo elevado é chamado de EPOC-lento (SCOTT et al., 2011a). A elevação do $\dot{V}O_2$ após o exercício ocorre por até 60 minutos de forma estatisticamente significativa (BINZEN, SWAN e MONORE, 2001), entretanto, o protocolo de treinamento e suas variáveis são determinantes na magnitude do EPOC (THORNTON, et al.,

2011), sendo maior em treinos mais intensos, devido à maior necessidade de recuperação do estresse causado pelo esforço, sendo apontado que o aumento do consumo energético elevado de 5 minutos até 8h após o esforço (LAFORGIA *et al.*, 1997).

Durante o TR, o EPOC deve ser calculado após o treinamento, mas também após cada série, pois durante as séries é comum que seja realizado a apneia durante a execução do exercício, portanto é necessário que seja obtido valores referentes a recuperação de cada série, ou seja, o EPOC após cada série, pois este representa em torno de 50% do gasto energético total do treinamento, variando sua amplitude de acordo com o nível de intensidade e o volume durante o exercício e sessão de treinamento (SCOOT *et al.*, 2011a; SCOOT *et al.*, 2011b). Entretanto, cargas diferentes com o volume de treinamento equalizado apresentaram diferentes magnitudes de EPOC, sendo que o treinamento com maior intensidade apresentou maior EPOC quando comparado ao treinamento com intensidade menor (85% 8-RM e 45% 8-RM respectivamente) (THORNTON; POTTEIGER, 2002).

O tempo em atividade durante o TR é menor do que o tempo de recuperação, o que contribui para a predominância do metabolismo aeróbio (CAMPANHOLI NETO, 2015), o que ocorre também pós exercício, pois, além da ressíntese de energia provenientes das vias anaeróbias, o organismo busca restaurar as condições pré-exercício (FLECK, KRAEMER, 2006).

O EPOC causado pela prática do exercício intenso ocorre por fatores como ressíntese de ATP e CP, restauração da oferta de oxigênio sanguíneo, ressíntese de lactato para glicogênio, oxidação de lactato no metabolismo energético, efeito de catecolaminas, efeito termogênico do aumento da

temperatura central, aumento da frequência respiratória e frequência cardíaca, dependendo do protocolo de treinamento (DA SILVA, BRENTANO, KRUEL, 2010). O aumento do consumo de O₂ pós exercício contribui com o aumento do gasto energético, e, conseqüentemente contribuindo para a redução do tecido adiposo, sendo assim, um fator contribuinte para a perda de gordura corporal, principalmente aliado ao treinamento resistido (BINZEN; SWAN; MANORE, 2001; PHILLIPS; ZIURAITIS, 2003).

Como dito anteriormente, as variáveis do treinamento contribuem com a magnitude do EPOC e a sua duração. Fatores como volume e intensidade do treinamento influenciam o estresse causado pelo treinamento que terá influência direta no EPOC, principalmente quando o treinamento é realizado com baixo intervalo entre as séries, como por exemplo o método em circuito (DA SILVA; BRENTANO; KRUEL, 2010; SILVEIRA PINTO; LUPI; BRENTANO, 2011; FARINATTI; CASTANHEIRAS NETO; DA SILVA, 2013). Em revisão sistemática, Panissa *et al.*, (2020) demonstraram que quanto mais intenso uma atividade, maior e mais duradouro é o EPOC, principalmente quando comparados exercício de alta intensidade intervalado com protocolos de intensidade moderada e contínuo.

2.5 Pré Condicionamento Isquêmico - Bases fisiológicas e aplicações na performance

O IPC é uma técnica utilizada inicialmente como método cardio-protetora, sendo descrita, pela primeira vez, por Murry *et al.*, (1986), por reduzir o dano no tecido cardíaco em cães após isquemia severa. Aktas *et al.*, (2015) também

demonstraram que um breve período de IPC antes de um pré-operatório provocou menor lesão induzida por isquemia prolongada durante cirurgia ortopédica, através da diminuição dos marcadores de dano e estresse oxidativo. O efeito cardioprotetor apresentado anteriormente também se reproduz em humanos (BØTKER *et al.*, 2010), tais efeitos ainda não estão elucidados, entretanto estão associados também a efeitos benéficos através de adaptações mitocondriais (WANG *et al.*, 2008), circulação de células inflamatórias (KONSTANTINOV *et al.*, 2004), regulação de enzimas transcritoras, como a Akt e ERK-1/2 durante a reperfusão (HAUSENLOY *et al.*, 2005) e aumento da produção de Adenosina (HAUSENLOY; YELLON, 2008), que tende a aumentar o fluxo sanguíneo e, conseqüentemente, oferta de oxigênio, contribuindo também com aumento de estoque de ATP e remoção de metabólitos (CONOLLY *et al.*, 2003; GILL *et al.*, 2006; VAILE *et al.*, 2011).

A técnica, quando realizada como método ergogênico, deve ser realizada atendendo os cuidados necessários, pois a oclusão, quando realizada por tempo prolongado, causa aumento da temperatura corporal, danos deciduais, necrose de células lesadas e edema celular, sendo estas últimas, causadas pela “síndrome de reperfusão”, logo após o reestabelecimento do fluxo sanguíneo (MURPHY; WINTER; HAYES, 2005)

Como demonstrado por Kida (1991) o IPC contribui para o aumento da produção de ATP pela via fosfagênica, posteriormente Jennings *et al.*, (2001) demonstraram que ciclos de isquemia e reperfusão tem sido associado com a preservação de ATP no miocárdio de cães, e tais adaptações podem estar relacionadas a melhora da performance apresentadas decorrentes da utilização do IPC. A melhora da performance se apresenta em diferentes parâmetros, como

a melhora do processo de recuperação (CRISAFULLI *et al.*, 2011; BEAVEN *et al.*, 2012), redução de marcadores de danos e estresse oxidativo (AKTAS *et al.*, 2015; FRANZ *et al.*, 2017; HONG *et al.*, 2017), aumento da função mitocondrial, redução de acúmulo de lactato e redução da utilização de fosfato de alta energia (SALVADOR *et al.*, 2016) independente da resposta cardíaca.

O aumento do consumo de oxigênio após o IPC foi demonstrado por Huang *et al.*, (2019), através de alteração da oxigenação da hemoglobina, entretanto, esse aumento de consumo não refletiu no aumento de força ou endurance muscular, diferindo do estudo de Carvalho e Barroso (2019), que, ao utilizar carga referente a 85% de 1 RM, o IPC foi eficaz em promover maior aumento de repetições, ou seja, melhora na performance de endurance muscular.

Dentre os possíveis mecanismos responsáveis pela melhora da performance, Crisafulli *et al.*, (2011) sugerem que o IPC, ao aumentar a produção de peptídeos opioides circulantes, pode estar relacionado a alteração do limiar de fadiga por inibição dos nervos aferentes III e IV (DRAGASIS *et al.*, 2013) , o que permitiria um aumento do drive central e que, por sua vez, aumenta o estímulo neural e o número de unidades motoras recrutadas, desta forma aumentando a produção de força (AMANN *et al.*, 2011; LEAL *et al.*, 2012). Este processo tende a tornar o esforço mais “econômico” ao reduzir a utilização de ATP e poupá-lo, refletindo em melhor performance aeróbia e anaeróbia, o IPC possibilita um maior volume de treinamento, e, conseqüentemente maior consumo de oxigênio e maiores adaptações ao treinamento (GROOT *et al.*, 2010, CARVALHO, *et al.*, 2020).

Ainda sobre a melhor economia energética, Horiuchi, Endo e Thijssen (2015) demonstraram que o IPC aumentou a simpatólise funcional em repouso e também durante 25% de contração voluntária máxima em exercício de preensão manual, sugerindo uma melhora na distribuição regional do fluxo sanguíneo para as fibras mais ativas. No qual essa resposta pode acelerar e aumentar a extração de oxigênio (KIDO *et al.*, 2015). Barbosa *et al.*, (2015) não observaram mudanças hemodinâmicas após IPC, no entanto a concentração de desoxihemoglobina e a mioglobina estavam maiores (no antebraço) no ponto de exaustão o que indica uma maior extração de O₂ pela musculatura ativa após o procedimento do IPC.

2.6 Modelos de Mensuração do gasto energético e TR

Dentre os diferentes modelos de análise do gasto energético podemos separa-los em dois grupos distintos, sendo os modelos calorimétricos e não calorimétricos. Dentro os modelos calorimétricos se dividem em calorimetria direta e calorimetria indireta (LEVINE, 2005). A calorimetria direta é realizada através da análise da produção de calor, realizada em uma câmara isolada do ambiente externo (KENNY *et al.*, 2017), sendo um procedimento de referência mas de altíssimo custo, dificultando a reprodutibilidade deste modelo, além de também dificultar a análise em práticas de exercício físico (SCHOFFELEN, PLASQUI, 2017).

A calorimetria indireta, por ser mais acessível que o modelo direto, é o modelo mais utilizado para análises do gasto energético no exercício, metabolismo basal. A calorimetria indireta é realizada através da análise da permuta gasosa, do O₂ consumido e CO₂ produzido (KENNY *et al.*, 2017;

SCHOFFELEN, PLASQUI, 2017). Para que ocorra a conversão do gasto calórico em quilocalorias (Kcal), é necessário obter valores referentes ao quociente respiratório (QR), que corresponde a relação entre o O_2 consumido ($\dot{V}O_2$) e o CO_2 produzido ($\dot{V}CO_2$) (HAUGHEN *et al.*, 2007).

O QR contribui para determinar a contribuição da via bioenergética, pois a relação entre consumo de O_2 e produção de CO_2 indica a utilização de carboidrato e lipídio como fonte de energia, sendo que $QR = 1,00$ indica maior utilização de carboidrato e valores de $QR = \sim 0.70$ indicam maior utilização de lipídios, pois promove menor produção de CO_2 (GUPTA *et al.*, 2017). De acordo com Scoot (2006b), durante o TR, durante as séries, deve-se considerar a conversão de $1L O_2 = 4,7 \text{ kcal/l}$, por estar realizando atividade e, durante o intervalo realizar a conversão de $1L O = 5,05 \text{ kcal/l}$ devido ao maior valor de QR.

Durante a prática do TR, a incapacidade da fosforilação oxidativa ofertar energia de acordo com a demanda energética induz maior aporte energético proveniente das vias anaeróbias (SCOTT; REIS, 2016). Portanto é necessário obter valores referentes à contribuição energética proveniente da demanda anaeróbia para que seja realizado a mensuração de forma adequada (SCOTT, 1997; SCOTT; REIS, 2016). A utilização da análise da concentração do lactato sanguíneo é uma ferramenta que pode contribuir para a realização de uma análise mais fidedigna, pois através deste é possível analisar a demanda energética anaeróbia láctica (SCOTT, 2006a; SCOTT, 2006b).

Através da análise da concentração de lactato, é possível obter valores equivalentes ao consumo de O_2 . Cada 1mMol de $[La]$ acima do valor basal equivale a $3,3 \text{ ml}$ de O_2 por quilo de peso corporal ($\Delta [La] \times \text{Kg peso corporal} \times 3,3 \text{ ml } O_2$) (MARGARIA *et al.*, 1963). Após a conversão em L de O_2 , por se tratar

de fonte majoritariamente anaeróbia, é necessário multiplicar seu valor por 5,05 para a obtenção do valor em Kcal e durante a execução do exercício, é necessário multiplicar o valor do O_2 por 4.69 (SCOTT; KEMP, 2005; SCOTT, 2006b). Uma sessão de TR é caracterizada por ser uma atividade intermitente, com séries de execução do exercício seguidas por intervalos de recuperação, ou seja, para o cálculo do gasto energético é necessário realizar a análise nos diferentes momentos realizados durante a sessão do treinamento, o que é diferente de uma análise de um exercício isolado, pois na sessão ocorre o esforço e recuperação de forma intermitente, portanto é necessário realizar a análise durante o esforço e na recuperação, pois neste período ocorre o EPOC (SCOTT, 2012; SCOTT; REIS, 2016).

Assim como o lactato, também há muita dificuldade para análise de parâmetros anaeróbios através do déficit de O_2 devido aos modelos utilizados que podem apresentar variações no resultado pois desconsidera fatores relacionados a eficiência mecânica e metabólica (KRUSTRUP *et al.*, 2003; SCOTT, 2006b). As dificuldades presentes nos diferentes modelos de quantificação energética anaeróbia tendem a subestimar significativamente o gasto energético total de uma sessão de treinamento (GREENHALF; TIMMONS, 1998; PANISSA *et al.*, 2020). Portanto, os modelos de cálculo do gasto energético se utilizam dos dados representados na FIGURA 1.

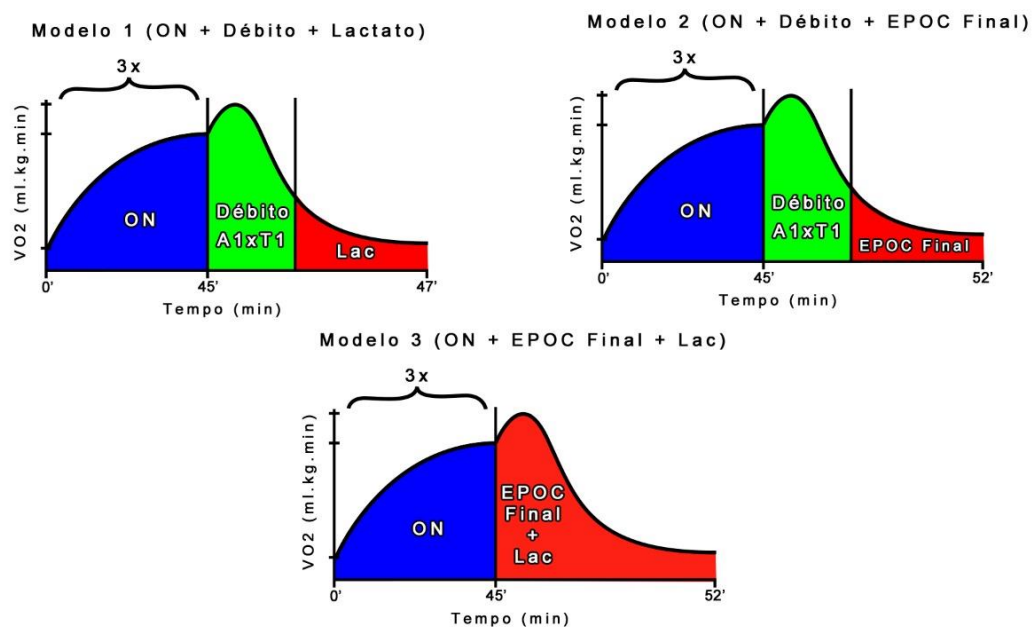


FIGURA 1 Modelos de cálculo do gasto energético

III- OBJETIVO

3.1 *Objetivo geral:*

Analisar a demanda fisiológica em diferentes protocolos de treinamento resistido (TR) para averiguar o efeito da combinação de parâmetros de sobrecarga sobre o gasto energético, a proporção de contribuição das vias bioenergéticas e a modulação da estratégia IPC sobre o gasto total e contribuição das vias bioenergéticas. Assim como analisar se há efeito dos diferentes modelos de quantificação do gasto energético sobre os resultados de cada protocolo.

3.2 *Objetivos específicos:*

- a) Comparar os protocolos quanto à demanda energética total e contribuição de cada via bioenergética;
- b) Identificar os componentes estruturais da sobrecarga do exercício que apresentam maior efeito sobre a demanda energética total e se há via bioenergética mais sensível aos componentes;
- c) Analisar se a resposta perceptual está associada à resposta metabólica ou sobrecarga particular de cada protocolo de TR;
- d) Comparar o efeito da técnica IPC sobre gasto energético total e contribuição de cada via bioenergética, durante a execução dos protocolos
- e) Comparar as diferenças entre os valores de GE obtidos pelos diferentes modelos

3.3 Hipóteses

- a) Diferentes protocolos TR proporcionam demanda energéticas diferentes, apesar da equidade da carga de treinamento
- b) A aplicação de IPC não altera a demanda energética, mas sim a proporção de contribuição entre o suprimento aeróbio/anaeróbio
- c) A relação entre a contribuição aeróbia/anaeróbia difere ao comparar TR com exercícios específicos para membros superiores e inferiores
- d) A Percepção Subjetiva de Esforço tende a associar-se ao TR com maior estabilidade de carga de treino durante a execução dos exercícios
- e) Os modelos apresentam valores de gasto energético diferentes entre sem afetar as diferenças entre os protocolos de TR.

IV – METODOLOGIA

4.1 Participantes

A pesquisa contou com a participação de 4 sujeitos, com idade média de $23,0 \pm 1,4$ anos, altura $1,80 \pm 0,15$ m, peso $94,2 \pm 19,8$ kg, tempo de prática do exercício resistido de $6,4 (\pm 1,1)$ anos de treino, com percentual de gordura (%G) de $23,8 \pm 5,9\%$, índice de massa corporal (IMC) de $31,4 \pm 3,4 \text{ kg} \times \text{m}^2$ e $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$ de $4239,65 \pm 524,0 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$. Esta pesquisa foi submetida e aprovada no Comitê de Ética da Universidade Local, pela Plataforma Brasil com o protocolo do CAAE: 19824719.3.0000.5398 e Parecer: 3.572.379

4.2 Procedimentos

4.2.1 Delineamento experimental

Este estudo teve duração de 4 semanas por indivíduo, sendo dividida em 4 etapas de avaliação, sendo elas apresentadas abaixo e representadas na FIGURA 2:

- 1- Teste incremental para determinação do $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$
- 2- Teste de 1 RM
- 3- Avaliação da Composição corporal (DXA)
- 4- Treinamento

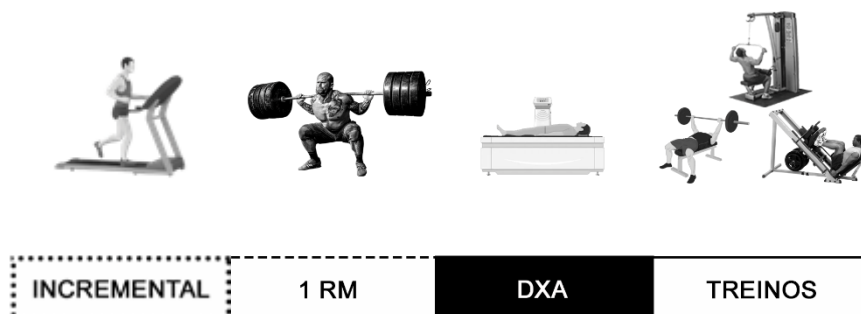


FIGURA 2 Delineamento geral do protocolo experimental.

4.2.2 Teste Incremental para determinação do $\dot{V}O_{2max}$

Os sujeitos realizaram um teste de rampa em uma esteira motorizada (H/P/Cosmos Pulsar, Nussdorf-Traunstein, Germany) com inclinação fixa em 1,0% (JONES; DOUST,1996) para determinação do $\dot{V}O_{2max}$. A intensidade inicial foi de $3,0 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ com incrementos de $1,0 \text{ km} \times \text{h}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ ($0,1 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ a cada 6 segundos) até a exaustão voluntária do sujeito (MASSINI *et al.*, 2018) com coleta de sangue (25 μl) do lóbulo da orelha antes e após o teste para dosagem da [La] (YSL, 2300 STAT, 34 Yellow Springs, Ohio, EUA). O $\dot{V}O_2$ foi mensurado respiração a respiração durante todo o teste a partir do gás expirado (QuarkPFTergo, Cosmed, Roma, Itália), sendo os dados suavizados (filtro de 3s) e obtidas as médias de 09 segundos. A calibração do sistema de análise das concentrações de O_2 e CO_2 foi realizada antes de cada teste, usando ar ambiente e um gás com concentrações conhecidas de O_2 e CO_2 , de acordo com as instruções do fabricante. A turbina do analisador foi calibrada através de uma seringa de três litros. O $\dot{V}O_{2max}$ foi considerado o que satisfizesse os critérios

mínimos de máxima intensidade ($RR > 1,1$; $FC > 95\%FC_{max}$ e $[La] \geq 8 \text{ mol} \times L^{-1}$) (POOLE *et al.*, 2008). Para a estimativa da FC_{max} foi empregada a equação: $FC_{max} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$ (TANAKA *et al.*, 2001). A $i\dot{V}O_{2max}$ foi considerada como sendo a menor intensidade de exercício na qual ocorrerá o $\dot{V}O_{2max}$ (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996).

4.2.3. Teste de 1 RM

Para o protocolo de avaliação de uma repetição máxima (1RM), as recomendações sugeridas para o teste de 1RM foram as descritas por Mayhew *et al.*, (1995). O teste se inicia com o aquecimento inicial geral em cicloergômetro por 5 minutos, seguido de aquecimento específico, com a realização do movimento que será avaliado sem carga e séries específicas, com progressão de cargas submáximas á máxima. A quantidade de séries adotadas para determinação do 1RM foi de três a cinco, e foram realizadas no o limite de execução de até duas repetições e progredindo a intensidade da carga até a falha concêntrica após uma repetição completada. O intervalo de pausa entre as séries de aquecimento foi de 90 segundos e entre as séries de testes de 180 segundos. O teste de 1 RM foi aplicado em todos os exercícios descritos no protocolo de treinamento, sendo realizados três testes por dia, sempre alternando exercícios para membro superior e inferior, sendo completados 48 horas de descanso entre os dias dos testes.

4.2.4. Avaliação da Composição corporal (DXA)

Para a normalização do peso corporal dos voluntários, foi utilizado o DXA (modelo Hologic®, QDR Discovery Wi®) este foi usado para obter a composição corporal total e regional. O software de composição corporal (Hologic APEX®) fornece valores de massa gorda (MG) e massa isenta de gordura (MIG, contendo massa magra e massa óssea), para ambas as pernas e braços, regional do tronco e corpo todo. O equipamento foi calibrado de acordo com as recomendação e especificações do fabricante e todos os procedimentos foram realizados por um técnico de laboratório experiente. As linhas de análise foram ajustadas pelo mesmo técnico, de acordo com os pontos anatômicos específicos (HIND *et al.*, 2015).

4.2.5. Treinamento

O protocolo de treinamento foi estruturado em 7 sessões de treinamento, com 3 sessões de exercício (treino A, B e C) a 35 % de 1RM (A35%, B35%, C35%) e a 70% de 1RM (A70%, B70%, C70%), além de uma sessão de treino como a utilização do IPC (B70%IPC). Para as sessões de 35% foram realizados 3 séries de 30 repetições sendo 60 segundos de intervalo entre as séries e 2 minutos entre os exercícios, as sessões de 70% 1RM foram compostas por 3 séries de 15 repetições com 60 segundos de intervalo entre as séries e 2 minutos entre os exercícios.

As séries eram realizadas até atingir o número alvo de repetições ou até a falha concêntrica. Os exercícios selecionados foram divididos em 3 sessões de treino para ambos os protocolos e foram distribuídos da em treinos A B e C e realizados como demonstrado na TABELA 1

TABELA 1: Exercícios selecionados para compor os protocolos de TR.

Treino A	Treino B	Treino C
Supino reto (SR)	Leg-press 45 (L45°)	Pulley-costas (PL)
Crucifixo Reto (CR)	LP horizontal (LH)	Remada máquina (RMA)
Supino declinado (SD)	Cad. extensora (EX)	Remada baixa (RB)
Elevação lateral (EL)	Mesa flexora (FL)	Desenvolvimento posterior (DP)
Elevação frontal (EF)	Cadeira adutora (AD)	Remada alta (RA)
Tríceps no pulley (PT)	Cadeira abdutora (ABD)	Rosca direta (RD)
Tríceps testa (TT)	Panturrilha (PN)	Rosca martelo (RMT).

Durante os protocolos de treinamento, a permuta gasosa pulmonar foi determinada respiração a respiração, empregando um sistema automatizado portátil (K4b², Cosmed, Roma, Itália), que foi calibrado antes de cada teste. Ao final de cada um dos protocolos de TR foi realizada uma coleta de sangue do lóbulo da orelha (nos instantes 1, 3, 5 e 7 minutos) para dosagem da [La] (YSL, 2300 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA). Foi indicado que os indivíduos não poderiam ingerir café ou bebida alcoólica por um período prévio de 12 horas antes do treino. Ao longo de todos os testes a frequência cardíaca (FC) foi registrada batimento a batimento, como apresentado na FIGURA 3.

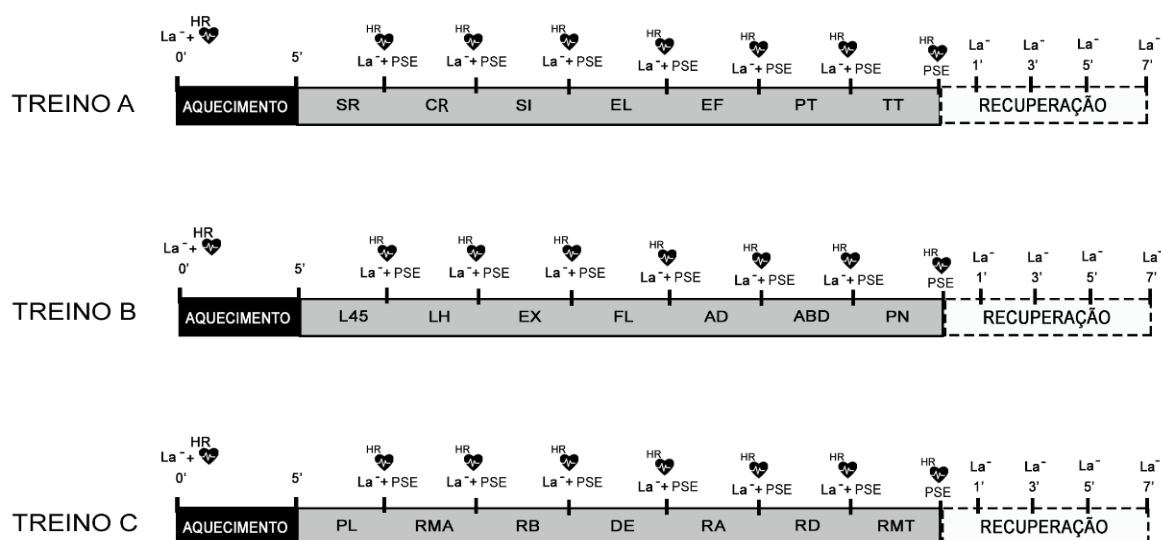


FIGURA 3 Ordem de execução dos exercícios e momentos de coleta em cada protocolo de TR

4.2.6. Pré-Condicionamento Isquêmico

A técnica IPC foi aplicada nos membros inferiores dos indivíduos, totalizando 40 minutos de oclusão, seguido de 20 minutos de recuperação, para depois realizar o treinamento, como apresentado na FIGURA 4. A aplicação do IPC ocorreu de forma intervalada, com cinco minutos de oclusão por cinco minutos de reperfusão, em cada perna. Assim, teremos 4 séries de oclusão de cinco minutos para cada membro, como sugerido por Bailey *et al*, (2012a). Ao chegarem ao laboratório, os participantes foram encaminhados a se posicionarem em decúbito dorsal, permanecendo em repouso absoluto por 10 minutos para aferição da pressão arterial em repouso. Os manguitos para RFS foram posicionados na região proximal dos membros inferiores (região inguinal

da coxa) e para oclusão vascular foi utilizado um esfigmomanômetro para membros inferiores (12,5 cm de largura e 84 cm de comprimento). Os manguitos foram inflados até aproximadamente 200 mmHg alternadamente.

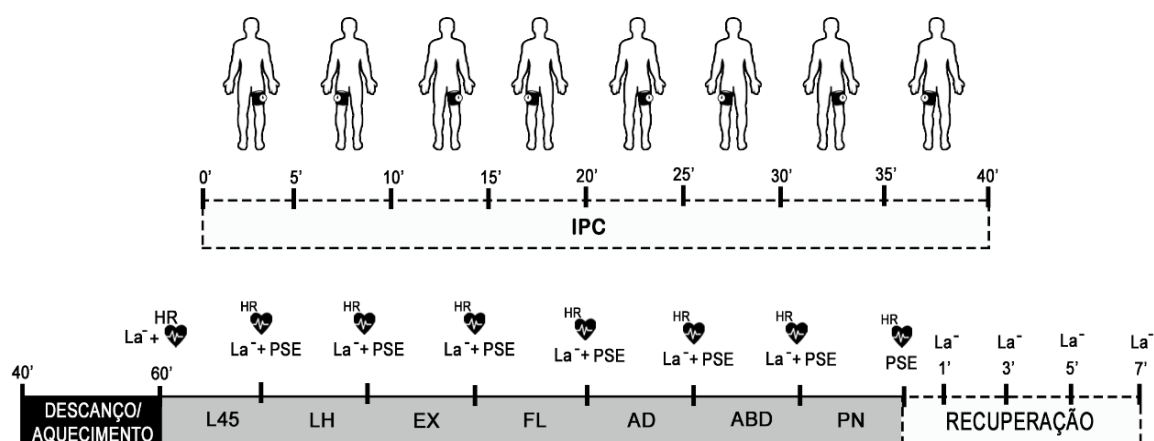


FIGURA 4: Configuração geral da intervenção com a técnica IPC.

4.2.7. Mensuração da resposta do $\dot{V}O_2$ durante e após o exercício

Para a medição do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) durante e após cada sessão de TR, a permuta gasosa pulmonar foi determinada pela respiração, sendo empregado um sistema automatizado portátil (K4b², Cosmed, Roma, Itália), este foi calibrado antes de cada teste, conforme as instruções do fabricante, e conectado aos participantes através da máscara respiratória especial. As coletas para a análise do $\dot{V}O_2$ ocorreram durante cada sessão de TR e após, por cerca de 7 minutos. Além disso, foi realizada a

obtenção da percepção subjetiva de esforço (PSE) pela escala de OMNI, apresentada na FIGURA 5 (ROBERTSON *et al.*, 2004).

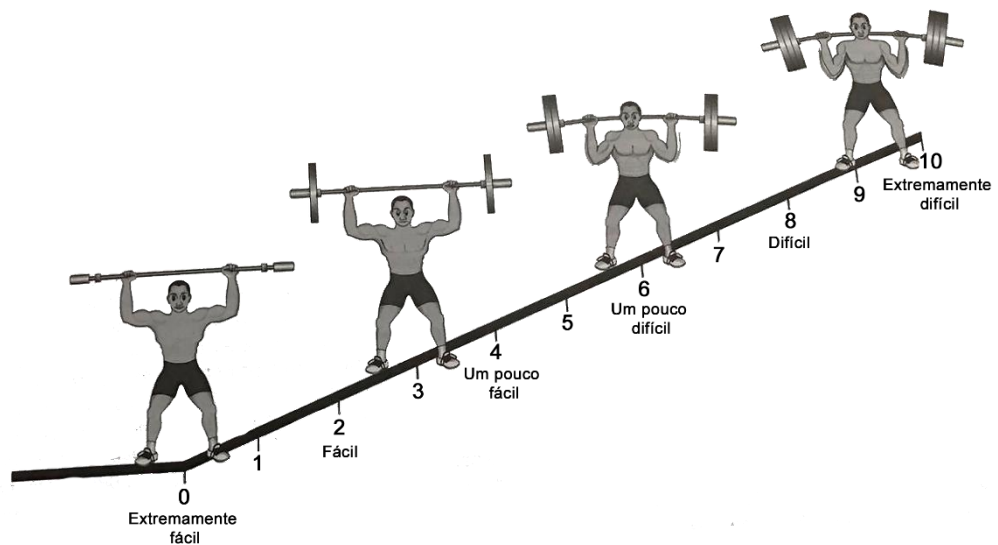


FIGURA 5: Escala de avaliação da percepção de esforço Escala de OMNI, Adaptado de Roberts *et al.*, (2004)

A cinética da curva de recuperação do $\dot{V}O_2$ foi ajustada por uma equação bi-exponencial, conforme Equação 1 proposta por Scheuermann *et al.*, (2001):

$$\dot{V}O_2(t) = \dot{V}O_{2EE} - A_1 \left[1 - e^{-\left(t - TD_1 / \tau_1\right)} \right] - A_2 \left[1 - e^{-\left(t - TD_2 / \tau_2\right)} \right] \quad (1)$$

onde $\dot{V}O_{2EE}$ é a linha de base do $\dot{V}O_2$ que representa o valor ao final do exercício (média dos últimos 15s do $\dot{V}O_2$, $\dot{V}O_{2EE}$). O decaimento fisiologicamente relevante do $\dot{V}O_2$ é a amplitude da fase I (A_1), ou componente "rápido" da resposta de

recuperação, que deve refletir estritamente a cinética de ressíntese da fosfocreatina utilizada durante o exercício.

As constantes temporais de ajuste (t_1 e t_2) e tempo de resposta (TD1 e TD2) descrevem, respectivamente, a velocidade de decaimento de cada fase do débito de O_2 (A_1 e A_2). A amplitude da fase II (A_2) corresponderá ao componente lento da recuperação do $\dot{V}O_2$. Ao início da recuperação, os primeiros 20s da resposta do $\dot{V}O_2$ foram removidos para a exclusão da fase cardiodinâmica (KROGH, LINDHARD, 1913; OZYENER *et al.*, 2001).

4.2.8. Análise do lactato sanguíneo

Para as análises do lactato as amostras de sangue foram coletadas no lóbulo da orelha, com assepsia local, foram utilizados capilares heparinizados e calibrados para 25 μ L de sangue arterializado. O sangue coletado foi armazenados em tubos Eppendorf, contendo 50 μ L de fluoreto de sódio a 1% (NaFI%) e foram analisados através do método enzimático (2500-STAT da Yellow Spring) fornecendo a [La] em mmol/L. Em ambas as sessões de TR as amostras foram coletadas ao final de cada exercício presente do protocolo de TR e nos minutos 1, 3, 5 e 7 após o teste.

4.2.9. Gasto energético aeróbio da atividade ($\dot{E}_{Aer}$)

O gasto energético aeróbio ($\dot{E}_{Aer}$) foi estimado em quilocalorias (kcal) pela aplicação da equação 2 (WEIR, 1949) para cada conjunto de dados de $\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$, obtidos respiração-a-respiração, foram alinhados ao tempo, excluídos os ruídos pelo programa Origin 18.0® e interpolados segundo-a-segundo, referentes

ao tempo de execução de cada exercício durante os protocolos TR. A equação de Weir para o $\dot{E}_{aer}$ (expressada como $\text{kcal} \times \text{min}^{-1}$) foi:

$$\dot{E}_{aer} = 3,941 \times \dot{V}O_2 + 1,106 \times \dot{V}CO_2 \quad (2)$$

4.2.10. Gasto energético anaeróbio alático da atividade (EqO_{2Alat})

O cálculo do gasto energético alático (EqO_{2Alat}) foi calculado por meio da modelagem da fase rápida da cinética do $\dot{V}O_2$ após o término de cada exercício e ao final da sessão de treinamento, o $\dot{V}O_2$ obtido respiração a respiração foi ajustado em relação ao tempo, no plano cartesiano. Em seguida, cada curva de resposta foi analisada manualmente para a exclusão de pontos extremos, que representam eventos fisiológicos não característicos da resposta do $\dot{V}O_2$ em exercício, que foram definidos como valores maiores que dois desvios-padrões da média local (4 - 5 respirações) (JONES; POOLE, 2005). Posteriormente, os dados foram interpolados para fornecer valores alinhados a cada segundo (BURNLEY *et al.*, 2001).

A descrição matemática da cinética do $\dot{V}O_2$ foi realizada empregando o modelo mono-exponencial (Equação 3) para as fases de recuperação entre os exercícios, devido ao intervalo de tempo não ser possível estabilizar o sistema energético por completo, que forneceu a estimativa das amplitudes (A_1) e constantes de tempo (t_1) (ÖZYENER *et al.*, 2001).

$$y = y_0 + A_1 * (1 - \exp(-x/t_1)) \quad (3)$$

onde “y” é o $\dot{V}O_2$ estimado para qualquer momento “t” da curva de recuperação após o exercício; “y₀” é o valor pico de $\dot{V}O_2$ após o término do exercício; “A₁” é a amplitude da resposta primária de recuperação do $\dot{V}O_2$; “exp” é o algoritmo neperiano, “t₁” é a constante de tempo de decremento da resposta de recuperação do $\dot{V}O_2$ (ÖZYENER *et al.*, 2001; PRINGLE *et al.*, 2003).

Com os dados suavizados por meio de média móvel (5 pontos) foram calculados por meio de integração numérica a área total descrita pelos valores de $\dot{V}O_2$ em função do tempo. Após a obtenção das variáveis de “y₀”, “A₁” e “t₁” nas fases de recuperação entre os exercícios e ao término da sessão conforme ajuste exponencial de Özyner *et al.*, (2001) e Scheuermann *et al.*, (2001), foram calculados também os componentes das fases rápida e lenta da cinética do $\dot{V}O_2$.

4.2.11. Gasto energético anaeróbio láctico da atividade ($EqO_{2[La^-]}$)

O gasto energético anaeróbio láctico ($EqO_{2[La^-]}$) foi calculado por meio da conversão em equivalentes de O₂ da variação da [La⁻] acima dos valores de repouso (~3mlO₂·kg⁻¹) (DiPRAMPERO, FERRETI, 1999), multiplicado pela massa corporal do indivíduo (mc).

$$EqO_{2[La^-]} = (\beta * ([La^-]_{Pico} - [La^-]_{Rep}) * mc) * K \quad (4)$$

Onde “β” é o equivalente de O₂ para cada 1mmol x L⁻¹ [La⁻] de variação acima do valor de repouso; “[La⁻]_{Pico}” é a maior concentração de lactato durante a sessão de treinamento; “[La⁻]_{Rep}” é a concentração de lactato pré-teste; “mc” é

a massa corporal do indivíduo dada em quilogramas (kg) e “K” é a constante de conversão de O₂ para kcal (PHILLIPS; ZIURAITIS, 2004).

4.2.12. Modelos de quantificação do gasto energético

Foram empregados três modelos de análise do gasto energético, seguindo a sugestão de Scott (2006b), conforme apresentam as Equações abaixo

Modelo 1

$$CustoO_2 = \int_{x=i,ON}^{x=f,ON} VO_{2ON} \times t_{ON} - (VO_{2rep} \times t_{ON}) + (A_1 \times \tau_1) + EqO_{2[La]}$$

Modelo 2

$$Custo O_2 = \left(\int_{x=i,ON}^{x=f,ON} VO_{2ON} \times t_{ON} - (VO_{2rep} \times t_{ON}) \right) + \left(\int_{x=i,OFF}^{x=f,OFF} VO_{2OFF} \times t_{OFF} - (VO_{2rep} \times t_{OFF}) \right)$$

Modelo 3

$$Custo O_2 = \left(\int_{x=i,ON}^{x=f,ON} VO_{2ON} \times t_{ON} - (VO_{2rep} \times t_{ON}) \right) + \left(\int_{x=i,OFF}^{x=f,OFF} VO_{2OFF} \times t_{OFF} - (VO_{2rep} \times t_{OFF}) \right) + EqO_{2[La]}$$

em todos os modelos o custo de O₂ foi apresentado em termos absolutos (mlO₂), ponderado pelo peso corporal (mlO₂×kg⁻¹) e pelo tempo de esforço durante cada sessão de treinamento (mlO₂×kg⁻¹×min⁻¹). Os cálculos de custo durante o exercício receberam a referência ON, enquanto que o custo após o exercício (EPOC) recebeu a referência OFF. Em todos os modelos, para cálculo do componente aeróbio, foi utilizado valores referentes ao consumo de O₂ durante

a atividade ($\text{EqO}_{2\text{ON}}$). Entretanto, cada modelo utilizou diferentes formas para caracterizar a contribuição anaeróbia total, que foi composta pela contribuição aláctica mais láctica no modelo 1, EPOC total no modelo 2 e EPOC total + componente láctico no modelo 3.

Após a obtenção de valores referentes ao EqO_2 de cada sessão é necessário realizar a multiplicação dos valores referentes ao período de atividade (metabolismo aeróbio) por 5,05 e durante a recuperação por 4,7 para a conversão em valores de Kcal como sugerido por Scott (2006b). A forma como foram obtidos os dados para o cálculo dos modelos estão apresentados na Figura 6, e os momentos em que as coletas ocorreram estão apresentados na Figura 7.

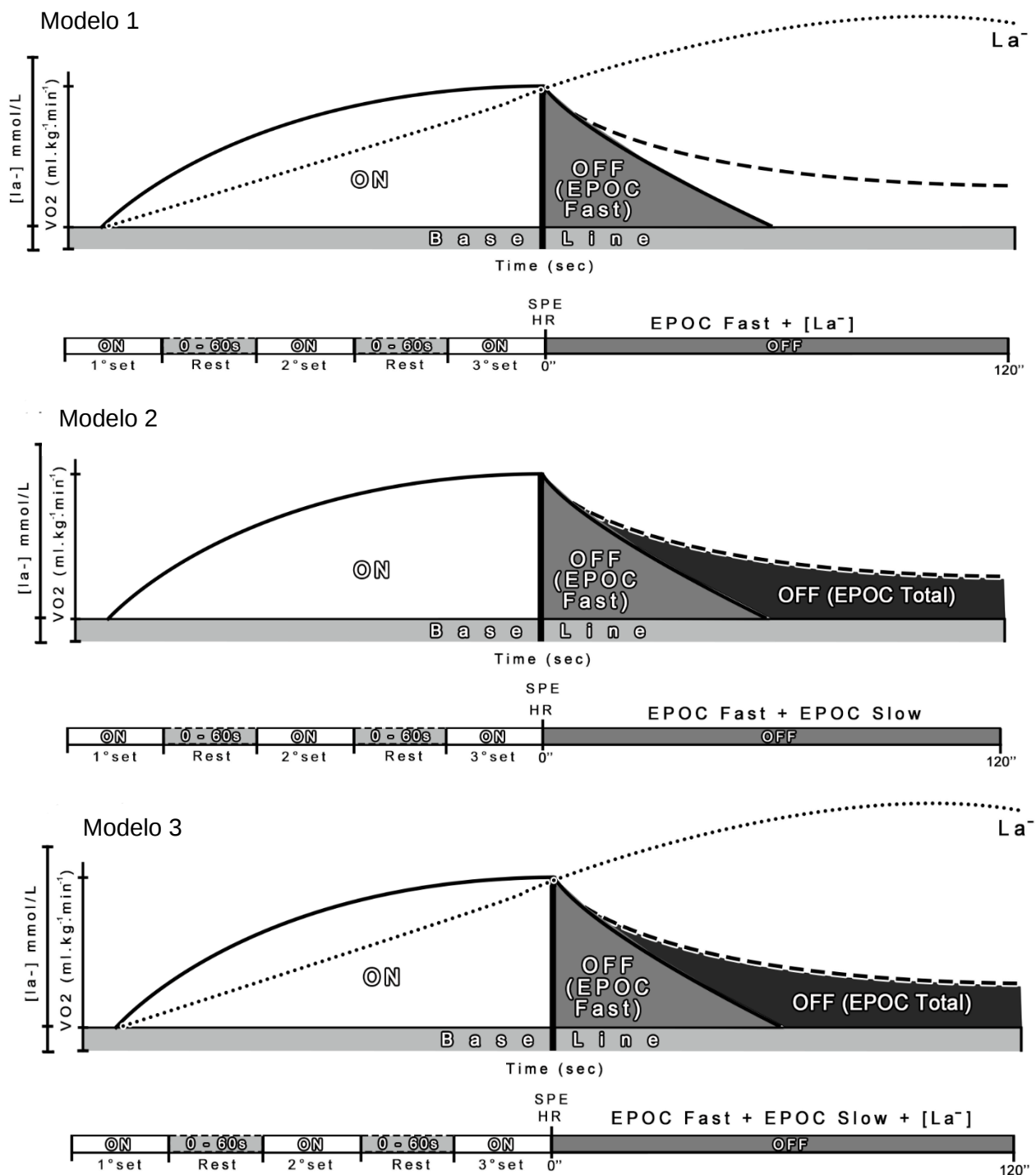


Figura 6 Coleta de dados para o cálculo dos modelos para a obtenção do gasto energético

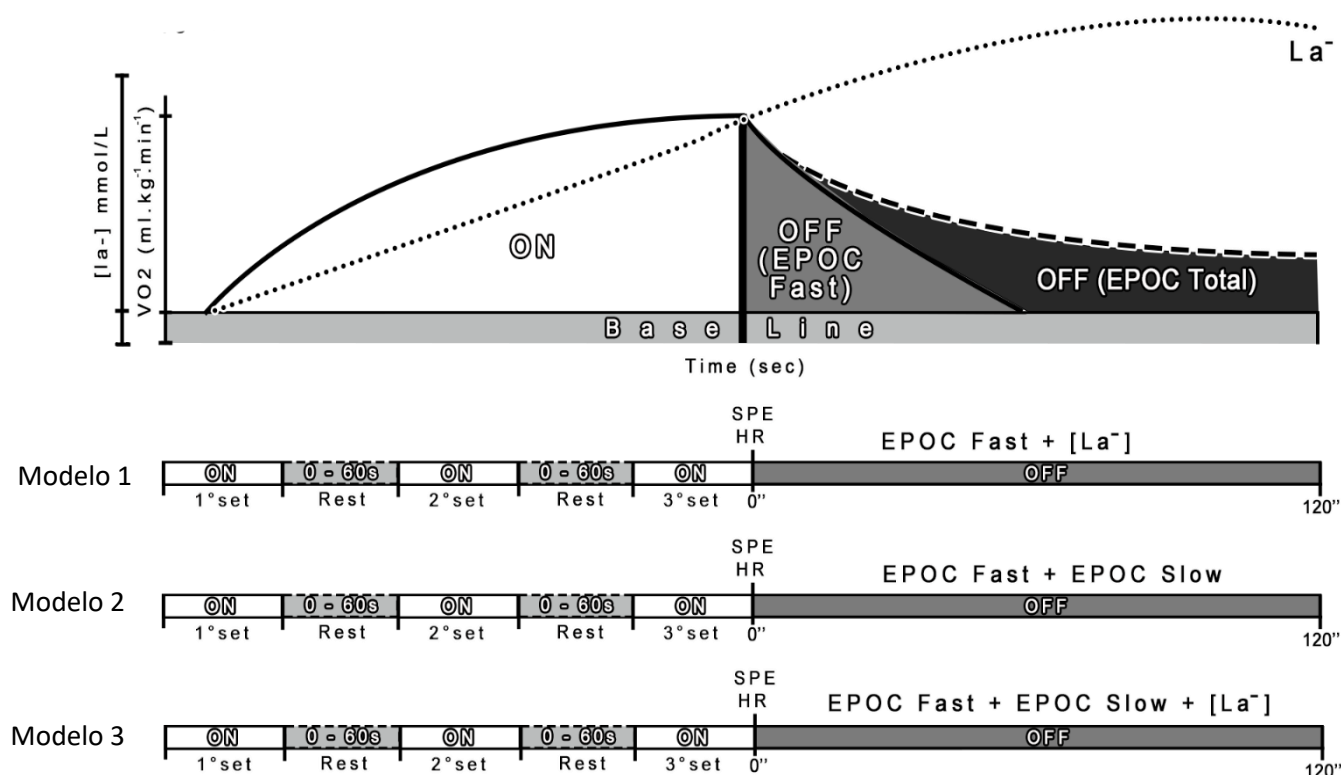


Figura 7 Momento em que ocorreram a coleta dos dados em cada modelo de cálculo do gasto energético

4.3 Estatística

A normalidade e a esfericidade dos dados foram avaliadas pelo teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$) (SHAPIRO; WILK, 1965) e de Mauchly (MAUCHLY, 1940). Adotado a normalidade dos dados, os resultados foram apresentados em torno da média, desvio-padrão (DP), intervalo de confiança de 95% (IC_{95%}) e erro padrão da medida (EPM). O teste de ANOVA de duas entradas (protocolo vs. modelo, com Bonferroni como análise post-hoc) comparou as médias de custo de O_2 entre cada protocolo por modelo. O nível de significância foi estabelecido

em $P \leq 0,05$. A análise estatística foi realizada com o programa SPSS versão 18.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, EUA).

V – RESULTADOS

5.1- Carga de treinamento

Os valores observados para o teste de 1RM são apresentados na TABELA 2. Os sujeitos apresentaram a razão Peso Corporal – RM em SR e L45 de $0,99 \text{ kg} \times \text{kg}^{-1}$ e 4,22 (respectivamente), que foram classificados como Boa e Superior, conforme a idade e o sexo, o que demonstra experiência e familiaridade com o TR (HEYWARD, 2013)

TABELA 2: Valores de força máxima pelo teste de 1RM para os exercícios dos protocolos de treinamentos entre os participantes.

Exercícios	1RM (kg)	Erro-padrão (kg)	Dispersão - IC_{95%} (kg)
SR	94,2±15,2	6,8	80,9 - 107,5
CR	28,0±8,0	3,6	21,0 - 35,0
SD	37,0±5,7	2,5	32,0 - 42,0
EL	17,0±4,0	1,8	13,5 - 20,5
EF	17,0±3,0	1,3	14,4 - 19,6
PT	80,0±3,5	1,6	76,9 - 83,1
TT	36,4±7,8	3,5	29,6 - 43,2
L45	402,0±84,3	37,7	328,1 - 475,9
LH	72,0±8,4	3,7	64,7 - 79,3
EX	62,0±7,6	3,4	55,4 - 68,6
FL	55,0±19,0	8,5	38,3 - 71,7
AD	102,0±16,0	7,2	87,9 - 116,1
ABD	103,0±15,7	7,0	89,3 - 116,7
PN	385,0±78,3	35,0	316,4 - 453,6
PL	90,8±9,1	4,1	82,8 - 98,8
RMA	121,2±27,3	12,2	97,2 - 145,2
RB	90,0±13,2	5,9	78,4 - 101,6
DP	59,4±7,8	3,5	52,6 - 66,2
RA	55,2±5,4	2,4	50,5 - 59,9
RD	47,2±13,1	5,9	35,7 - 58,7
RMT	25,2±6,6	2,9	19,4 - 31,0

A seguir, na TABELA 3 são apresentados os valores referentes a carga total dos treinamentos (série × carga × repetições). A equalização de carga foi

realizada previamente ao treinamento, e buscou-se equalizar a carga total com 35% e 70% de 1 RM, entretanto a discrepância nas repetições alterou o resultado, pois excluindo o Treino A, o treinamento em 35% resultou em maior carga, devido ao aumento ao número de repetições até a falha muscular. Tal resultado pode também ser visualizado na FIGURA 6, demonstrando a queda no número de repetições mais acentuadas nos treinos B e C.

TABELA 3: Valores da carga total do treino (kg) por protocolo entre os participantes.

Protocolos	Carga treino (kg)	Erro-padrão (kg)	Dispersão: IC95% (kg)
A70%	6125,8±954,9	427,04	5288,8 - 6962,83
A35%	5979,3±1450,1	648,51	4708,27 - 7250,39
B70%	27262,2±2300,1	1028,65	25246,08 - 29278,32
B35%	32646,6±3330,5	1489,42	29727,39 - 35565,82
B70%IPC	28148,8±3640,5	1628,09	24957,75 - 31339,75
C70%	8886,4±450,4	201,41	8491,60 - 9281,12
C35%	11574,4±16970	758,94	10086,93 - 13061,90

5.2 – Percepção subjetiva do esforço

Os valores de PSE são apresentados a seguir na FIGURA 8. Os dados foram obtidos através na escala de OMNI (ROBERTS *et al.*, 2004). É possível notar similaridade entre os protocolos de 35% e 70%, exceto no treino C, que o exercício Pulley Costas apresentou diferença, com a média mais baixa em 35%. Já no treino B, o protocolo com a técnica IPC iniciou com valores mais altos, mas após os 2 primeiros exercícios os valores se igualaram aos outros protocolos de 70% e 35%.

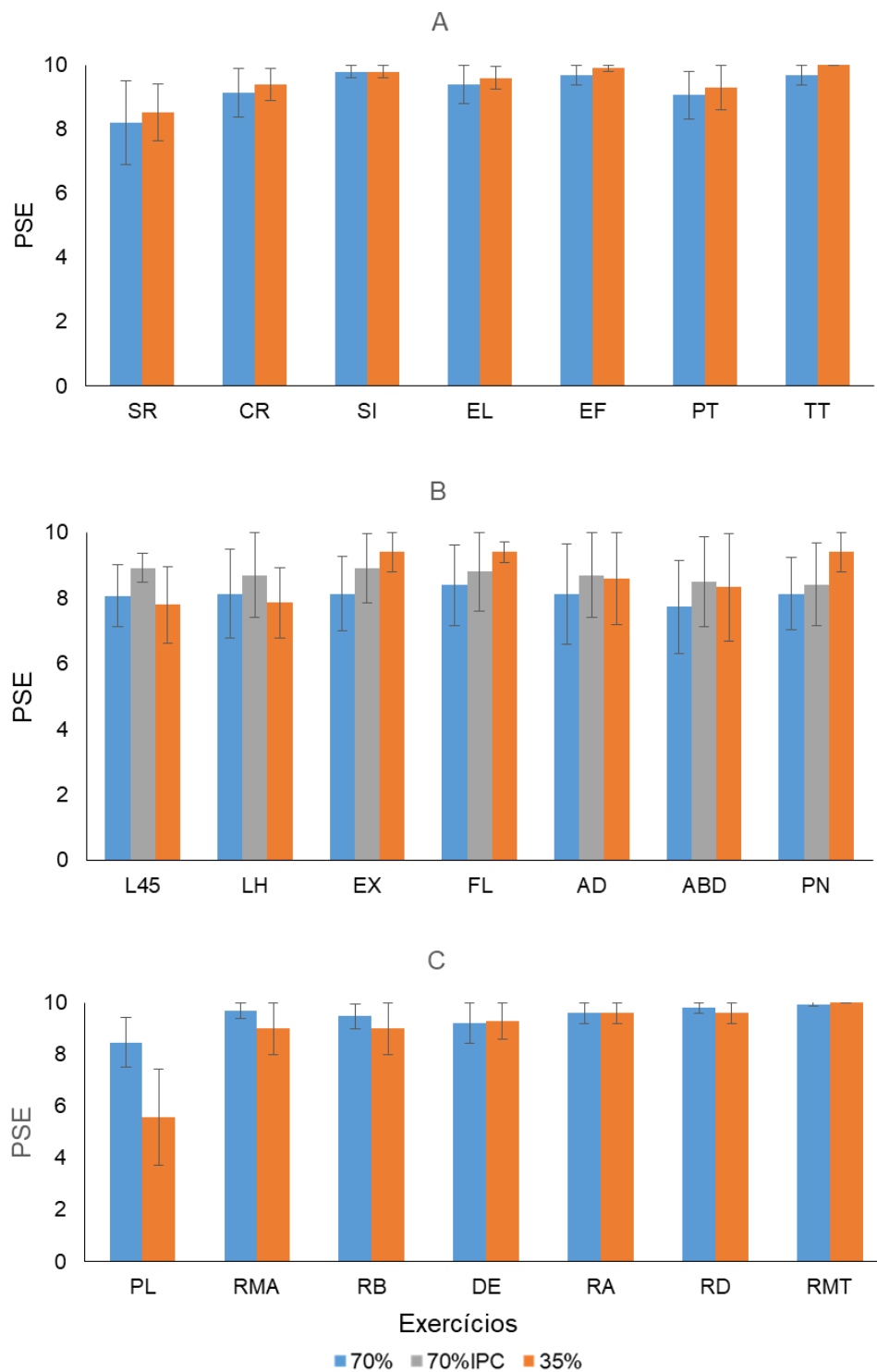


FIGURA 8: Classificação da PSE para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B) com cargas 35 e 70% 1RM e IPC à 70% 1RM no treino B.

5.3- Repetições

Na FIGURA 9 estão apresentados os dados referentes as repetições durante os protocolos de treino. É possível visualizar a redução do número de repetições no treino A, quando comparado o protocolo de 35% com de 70% (FIGURA 6A), resultando na menor carga total do Treino A em 35%. Nos treinos B e C, os protocolos de 35% não apresentaram tendência de queda de repetições, mantendo-se com uma carga total mais elevada que o protocolo de 70%.

A redução do número de repetições pode representar uma queda no rendimento durante o treinamento, indicando fadiga, e tende a ocorrer, principalmente, nos últimos exercícios dos protocolos. Entretanto, a manutenção do número de repetições também demonstra que a carga esteve ajustada de forma adequada, para que as repetições ocorressem próximo do que havia sido estipulado em ambos os protocolos de 70 e 35% de 1 RM.

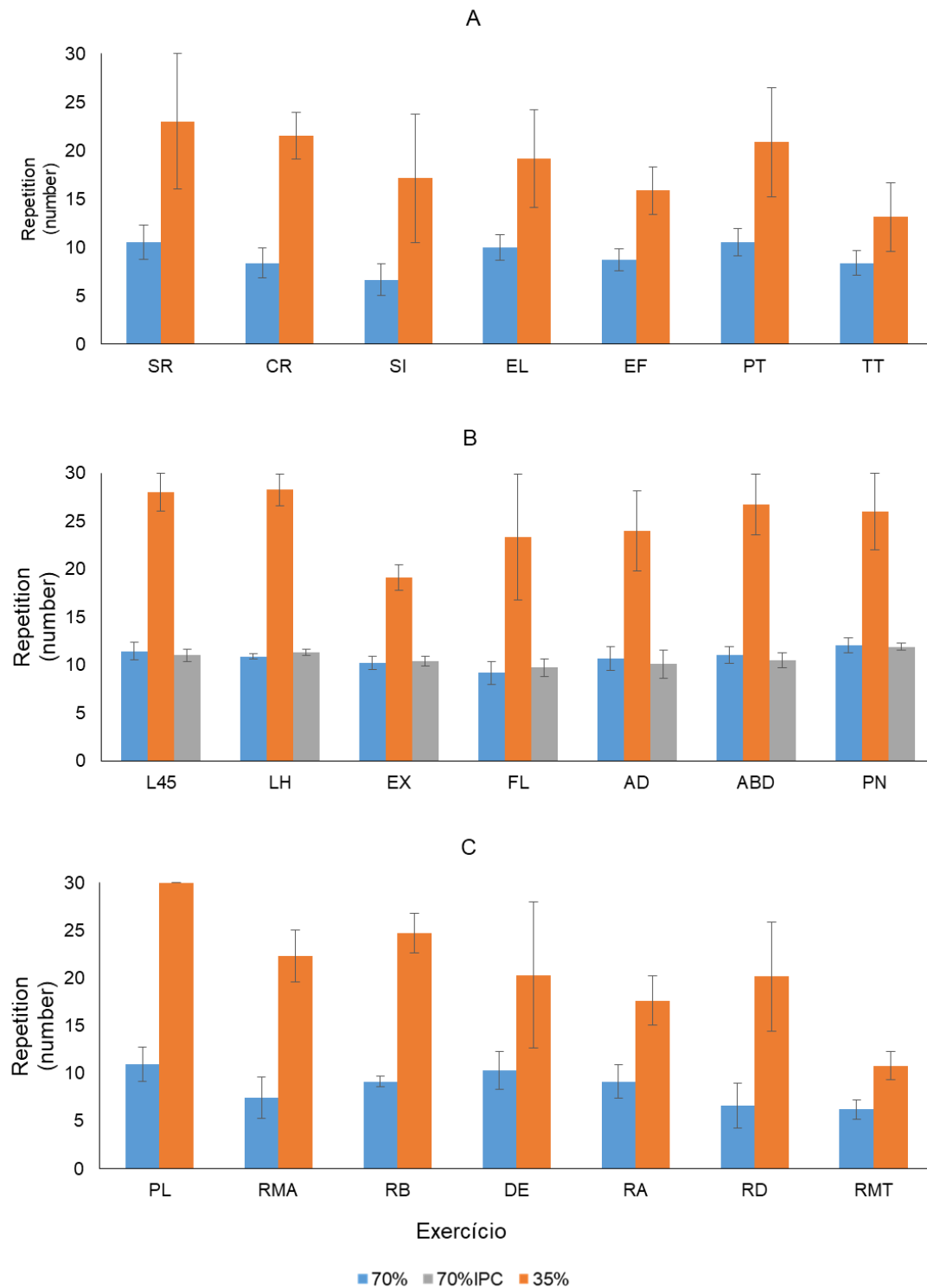


FIGURA 9: Média do número de repetições entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B

5.4 – Intensidade aeróbia ($\% \dot{V}O_{2max}$) do treinamento

A seguir, na FIGURA 10 é possível visualizar que o protocolo de treino A apresentou menor valor de $\% \dot{V}O_{2max}$ por exercício, quando comparado aos Treinos B e C. Entretanto, em todos os protocolos de treinamento houve maior $\% \dot{V}O_{2max}$ ao comparar o treino à 70% 1RM com 35% 1RM.

O protocolo de treinamento para membros inferiores (Painel B) apresentou valores maiores de $\% \dot{V}O_{2max}$, quando comparado aos outros protocolos (de membros superiores). Tal resultado ocorreu em ambas as condições de carga de treinamento (70, 35 e 70% 1RM com IPC), demonstrando que independente da carga o treinamento de membros inferiores apresenta maior demanda relativa de VO_2 , que pode ser justificado por, neste protocolo, o treinamento exigir atividade de maior grupamento muscular.

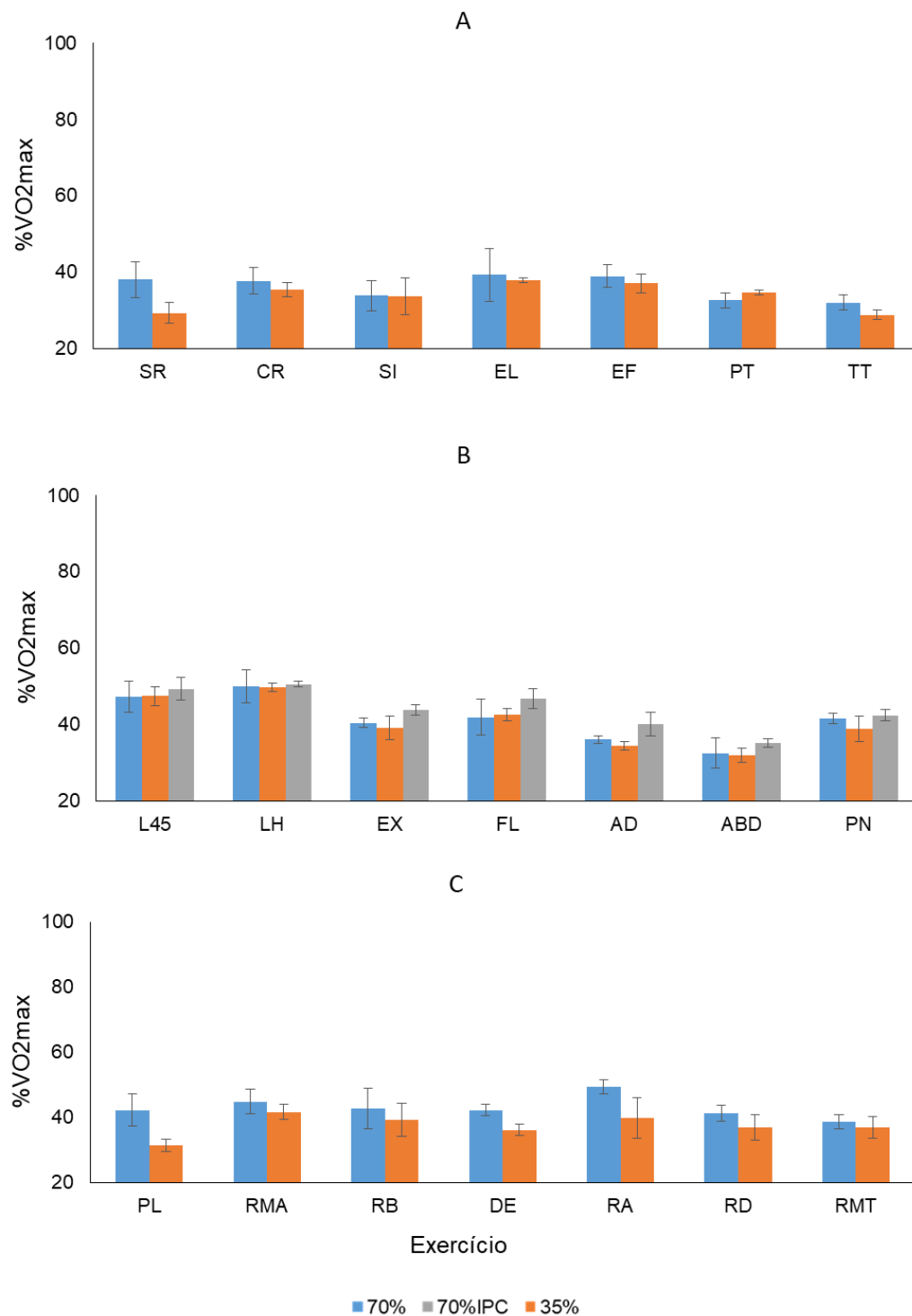


FIGURA 10: Média do percentual do $\dot{V}O_{2max}$ obtido durante os exercícios entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B

5.5 – Acúmulo de Lactato

Na FIGURA 11 estão os valores de $[La^-]$ após cada exercício. É possível perceber maior acúmulo nos últimos exercícios nos treinos A e C, entretanto, no treino A, o protocolo com 70% apresentou maiores valores de $[La^-]$ que o protocolo de 35%. Tal perfil não foi reproduzido nos protocolos B e C, que apresentou maiores valores de $[La^-]$ nos protocolos de 35%, inclusive no B, quando comparado com o protocolo com o método IPC.

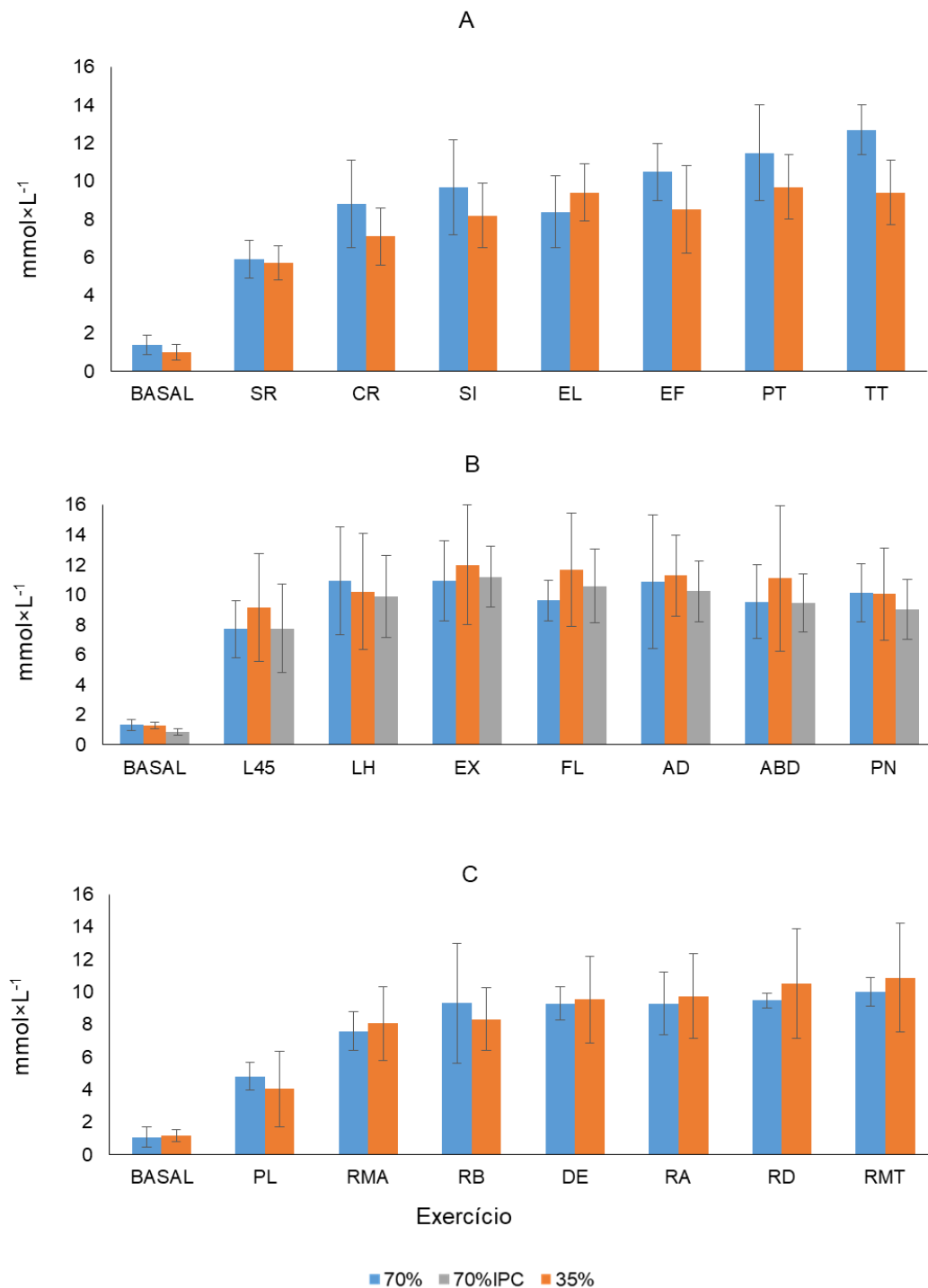


FIGURA 11: Média da $[La]$ de cada exercício entre os participantes para os protocolos de Treino A, B e C com cargas à 35 e 70% de 1RM para membros superiores (Painel A e C) e inferiores (Painel B), com cargas 35 e 70% de 1RM, mais IPC à 70% 1RM para o treino B.

5.6 – Custo de O_2 por exercício e protocolo

Na TABELA 4 estão apresentados os valores de resposta média de $\dot{V}O_2$ por série. Os protocolos de Treino B, que são elaborados somente com exercícios para membros inferiores apresentaram maiores valores de $\dot{V}O_2$, ou seja, maior demanda aeróbia. Tal demanda pode ser explicada devido aos exercícios serem realizados com movimentos que requerem maior grupamento muscular, e, conseqüentemente, maior demanda energética (SCOTT, 2016). O Treino B + IPC apresentou valores ainda maiores ao ser comparado com os Treinos B 70 e B 35% 1RM.

Além do valor absoluto, também são apresentados os valores ponderados pelo peso corporal e relativos ao tempo de atividade, o que contribui para uma melhor compreensão sobre a taxa de consumo energético aeróbio de cada protocolo. Sua contribuição total será apresentada na FIGURA 12.

TABELA 4: Demanda aeróbia (EqO₂) por exercício e total por sessão de treino

	Exercícios						
	SR	CR	SD	EL	EF	PT	TT
Treino A70%							
Custo (mlO ₂)	1667,8	2248,2	1161,6	1266,1	1094,7	900,9	873,1
Custo sessão	9212,4 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	99,4 ± 74,4 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	9,9 ± 4,9 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						
Treino A35%							
Custo (mlO ₂)	1542,7	2472,8	2155,0	1814,5	1431,3	1641,4	955,6
Custo sessão	12013,4 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	126,4±36,4 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	9,1±1,7 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						

continua ...

	Exercícios						
	L45	LH	EX	FL	AD	ABD	PN
Treino B70%							
Custo (mlO ₂)	2132,8	4290,9	2161,2	1549,5	811,5	638,3	1455,5
Custo sessão	13039,73 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	131,47±33,5 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	11,39±2,3 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						
Treino B35%							
Custo (mlO ₂)	3718,32	7354,77	2317,04	2211,18	1084,40	1276,90	2482,16
Custo sessão	20444,8 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	203,3±44,3 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	11,22±2,1 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						
Treino B70% + IPC							
Custo (mlO ₂)	2571,2	4676,3	2297,2	1575,4	802,1	454,7	1227,8
Custo sessão	13604,7 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	139,1±41,5 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	13,5±3,0 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						

	Exercícios						
	PL	RMA	RB	DP	RA	RD	RMT
Treino C 70%							
Custo (mlO ₂)	2202,5	1971,1	1440,9	1445,0	1761,0	1101,2	760,6
Custo sessão	10682,5 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	108,6±17,7(mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	12,7±2,2 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						
Treino C 35%							
Custo (mlO ₂)	2009,9	3672,8	2267,8	2909,6	1803,1	1387,7	1090,2
Custo sessão	14141,1 (mlO ₂)						
Custo sessão ponderado	151,1±92,1 (mlO ₂ ×kg ⁻¹)						
Custo por sessão relativo	10,4±4,5 (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)						

*Valores líquidos, que não consideram os valores basais de $\dot{V}O_2$, que foram: 585,7 ± 70,3 ml×min⁻¹ (A70%), 607,1±168,6 ml×min⁻¹ (A35%), 662,2±114 ml×min⁻¹ (B70%), 717,96±101,8 ml×min⁻¹ (B35%), 686,4±128,8 ml×min⁻¹ (B70% + IPC), 576,5±127,1 ml×min⁻¹ (C70%) e 576,5±127,1 ml×min⁻¹ (C35%).

5.7- Contribuição aláctica

A TABELA 5 apresenta valores da contribuição aláctica nos protocolos de treino. Os protocolos realizados com maior carga (70% RM), assim como a técnica de IPC apresentaram maior contribuição anaeróbia aláctica. Esse incremento na participação aláctica foi reportado por Andreas *et al.*, (2011), Bailey (2012b) e Paradis-Deschênes, Joanisse e Billaut (2016), bem como maior contribuição aguda do metabolismo alático durante treinamento, quando comparado ao mesmo protocolo. Nesta perspectiva, o presente estudo acrescenta o fato de que essa contribuição aguda é maior quando comparado à protocolos de treinamento envolvendo uma ampla diversidade de exercícios resistidos e não apenas em relação a treinos similares.

Os valores são apresentados em EqO_2 por protocolo de treinamento, de forma absoluta, ponderado pelo peso corporal e relativo ao tempo de atividade. É possível também constatar que há maior contribuição aláctica nos protocolos de treinamento com maior intensidade da carga (protocolos com 70% de 1RM), tanto em termos absolutos quanto ponderado pelo peso corporal ou relativo ao tempo de atividade.

TABELA 5: Resposta alática em EqO₂ por protocolo de treino.

Protocolos	EqO₂ Total (mlO₂)	EqO₂ ponderado (mlO₂×kg⁻¹)	EqO₂ relativo (mlO₂×kg⁻¹×min⁻¹)
A70%	14328,82±3489,21	147,22±36,74	15,97±1,51
A35%	11687,62±2013,33	121,31±23,15	8,89±2,09
B70%	15665,52±3874,97	160,15±25,19	14,19±3,29
B35%	12685,69±3175,86	130,95±34,05	8,06±5,28
B70%+IPC	17504,31±4687,72	179,31±34,69	18,12±6,09
C70%	16291,22±6316,91	161,44±31,64	18,96±4,78
C35%	13494,55±2791,83	138,38±19,71	10,10±2,34

5.8- Contribuição láctica

A TABELA 6 apresenta valores da contribuição láctica nos protocolos de treino. Os valores são apresentados em EqO₂ por protocolo de treinamento, de forma absoluta, ponderados pelo peso corporal e relativos ao tempo de atividade. Assim como na TABELA 5, aqui também é possível perceber maior contribuição energética proveniente do metabolismo láctico nos protocolos de treinamento com cargas mais altas (70% de 1RM), principalmente ao analisar a contribuição láctica relativa ao tempo de atividade. Porém, a contribuição láctica absoluta e ponderada pelo peso corporal parecem o tempo de treino como fatores preponderantes.

TABELA 6: Resposta láctica em EqO₂ por protocolo de treino.

Protocolos	EqO ₂ Total (mlO ₂)	EqO ₂ ponderado (mlO ₂ ×kg ⁻¹)	EqO ₂ relativo (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)
A70%	17139,27±3052,40	176,31±26,79	19,96±5,53
A35%	15028,63±1852,98	156,18±28,27	11,57±3,22
B70%	18659,74±7044,99	187,09±51,24	16,60±5,46
B35%	20255,02±8140,29	208,70±77,31	12,75±8,64
B70% +IPC	19287,52±7893,52	191,44±50,15	19,28±6,83
C70%	16001,95±4830,29	160,75±20,68	18,66±1,34
C35%	15497,47±3546,11	162,29±46,39	12,01±5,14

5.9 – Contribuição metabólica por protocolo

A FIGURA 12 apresenta o percentual de contribuição de cada via bioenergética nos diferentes protocolos de treinamento. Somente os protocolos de treinamento com intensidade de carga a 35% 1RM obtiveram contribuição aeróbia acima de 30% da demanda energética total. Estes que apresentaram maior tempo de execução e maior número de repetições (SCOTT, *et al.*, 2011a).

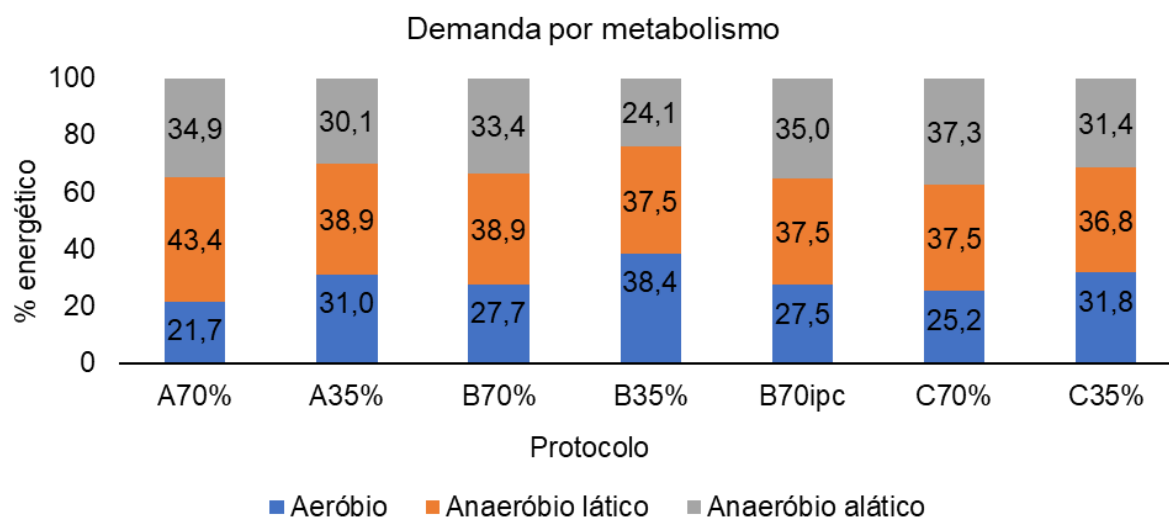


FIGURA 12: Média do percentual da contribuição de cada via bioenergética em cada protocolo de treinamento

5.10 - Consumo energético total

A TABELA 7 apresenta o consumo energético total, apresentado em EqO₂ para cada protocolo de treinamento de forma absoluta, ponderado pelo peso corporal e relativo ao tempo de atividade. Os protocolos realizados com intensidade de carga a 70% 1RM tendem a apresentar maior demanda energética total, em termos relativo ao peso corporal. Porém, em termos absolutos ou ponderados pelo peso corporal, os protocolos com maior duração de execução, como para membros inferiores e carga à 35% 1RM apresentam maior demanda energética. A respeito da técnica IPC, sua aplicação tende a elevar fornecimento energético, com contribuição alta das fontes anaeróbia e aeróbia, o que se constitui num fator capaz de promover diferenças no

rendimento em exercícios de alta intensidade pelo efeito ergogênico agudo sobre o suprimento de energia para a execução da atividade.

TABELA 7: Consumo total em equivalentes de O₂ por protocolo de treino total

Protocolo	Custo (EqO ₂)		
	Total (mlO ₂)	Ponderado (mlO ₂ ×kg ⁻¹)	Relativo (mlO ₂ ×kg ⁻¹ ×min ⁻¹)
A70%	40680,45±7286,08	422,79±98,13	45,82±1,51 † ®
A35%	38729,61±3031,20 ¥ §	403,88±68,38 ¥ §	29,53±5,9 * ‡ § ©
B70%	47365,00±11915,02	478,72±33,48	42,17±6,29 † §
B35%	53385,47±16652,75 †	542,91±116,04 † ©	32,04±15,84
B70%+IPC	50396,5±13910,94 †	403,88±68,38 †	50,88±12,54 † ‡ ®
C70%	42975,63±12494,06	430,75±39,90 ¥	50,29±6,02 † ®
C35%	43133,06±5943,08	451,74±107,73	32,52±7,63 * § ©

Diferença em relação ao protocolo:

A70% * ou ** (P≤0,05 ou ≤0,01);

A35% † ou †† (se P≤0,05 ou ≤0,01);

B70% ‡ ou ‡‡ (se P≤0,05 ou ≤0,01);

B35% ¥ ou ¥¥ (se P≤0,05 ou ≤0,01);

B70%_{IPC} § ou §§ (se P≤0,05 ou ≤0,01);

C70% © ou ©© (se P≤0,05 ou ≤0,01); e

C35% ® ou ®® (se P≤0,05 ou ≤0,01).

5.11 – Comparação entre os modelos de cálculo

A TABELA 8 apresenta valores de média e DP dos protocolos de TR em EqO₂ em relação ao peso corporal para os diferentes modelos de cálculo propostos, sendo o Modelo 1 o que apresentou maiores valores de EqO₂,

seguido do Modelo 3, enquanto o Modelo 2 é o que apresentou menores valores. O menor valor de EqO₂ apresentado pelo Modelo pode ser justificado por este modelo não utilizar o [La] como forma de obtenção do gasto energético.

A FIGURA 13 apresenta valores de custo nos diferentes protocolos de TR nos modelos propostos. Ao considerar o tempo de atividade, é possível perceber que os protocolos com maior carga são apresentados maior taxa de consumo energético. Os protocolos com menor carga apresentam maior gasto energético por possuírem maior tempo em atividade, entretanto treinar com altas cargas demanda maior gasto energético relativo.

TABELA 8: Custo por protocolo de treino nos diferentes modelos propostos

Protocolo	Modelo 1 EqO ₂ × kg	Modelo 2 EqO ₂ × kg	Modelo 3 EqO ₂ × kg
Treino A			
70%	422,79±98,13 †‡	264,90±107,96*	312,66±74,98*
35%	403,88±68,38 †‡	268,02±58,41*	312,49±60,03*
Treino B			
70%	478,72±33,48 †‡	324,48±68,83*	363,45±58,50*
35%	542,91±116,04 †	346,69±53,03*	439,32±100,97
70%IPC	509,83±66,00 †‡	329,51±43,41*	370,30±47,06*
Treino C			
70%	430,75±39,90 †‡	291,63±43,39*	307,03±26,23*
35%	451,74±107,73 †‡	307,91±107,86*	340,27±91,67*

Diferença entre:

Modelo 1 * ou ** (se $P > 0,05$ ou $> 0,01$);

Modelo 2 † ou †† (se $P > 0,05$ ou $> 0,01$); e

Modelo 3 ‡ ou ‡‡ (se $P > 0,05$ ou $> 0,01$).

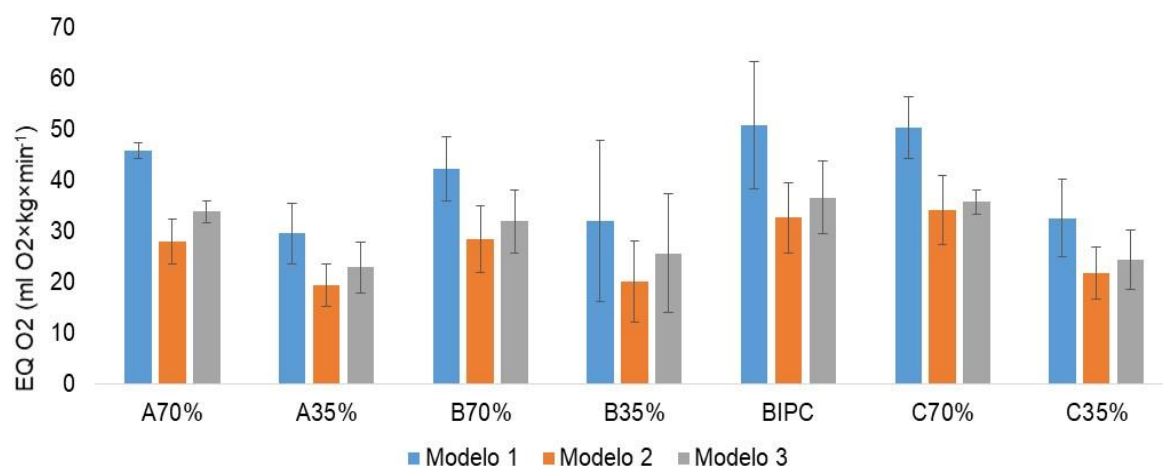


FIGURA 13: Comparação entre o custo energético ($\text{EqO}_2 \times \text{kg} \times \text{min}^{-1}$) nos diferentes protocolos de TR pelos modelos propostos.

Ao transformar o custo apresentado em EqO_2 para unidade de Kcal pode-se verificar que o treino A70% apresentou valores para os Modelos 1, 2 e 3 que corresponderam à $202,1 \pm 30,45$; $115,66 \pm 35,63$ e $148,11 \pm 20,69$ kcal, para o treino A35% ($191,38 \pm 13,00$; $115,45 \pm 13,81$; $146,45 \pm 20,69$ kcal), para o treino B70% ($234,63 \pm 51,29$; $140,40 \pm 29,81$; $179,70 \pm 54,56$ kcal), para o treino B35% ($262,44 \pm 70,91$; $160,15 \pm 40,20$; $212,13 \pm 64,23$ kcal), B70%_{IPC} ($249,74 \pm 60,13$; $152,34 \pm 31,76$; $182,41 \pm 51,13$ kcal), C70% ($213,29 \pm 53,94$; $132,48 \pm 37,10$; $150,48 \pm 35,99$ kcal) e C35% ($212,87 \pm 24,07$; $134,61 \pm 33,81$; $158,57 \pm 21,67$ kcal).

A comparação intra-modelos mostra que o modelo 1 difere no cálculo do custo em relação aos modelos 2 e 3 nos protocolos A70%, A35%, C70% ($P < 0,01$), B70%_{IPC} e C35% ($P < 0,05$); que o modelo 1 difere em relação ao modelo 2 no protocolo B70% ($P < 0,01$), mas para o protocolo B35% houve diferença apenas entre os modelos 1 e 2 ($P < 0,05$). A comparação entre a média da demanda total aeróbia e anaeróbia por modelo bioenergético (1, 2 e 3) para

os protocolos de treino, revela que há diferenças entre a média da demanda aeróbia e anaeróbia quando os modelos são comprados ($F = 46,375$, $p = 0.001$, $\eta = 0,534$), que se confirma sem exceções pelos teste post-hoc

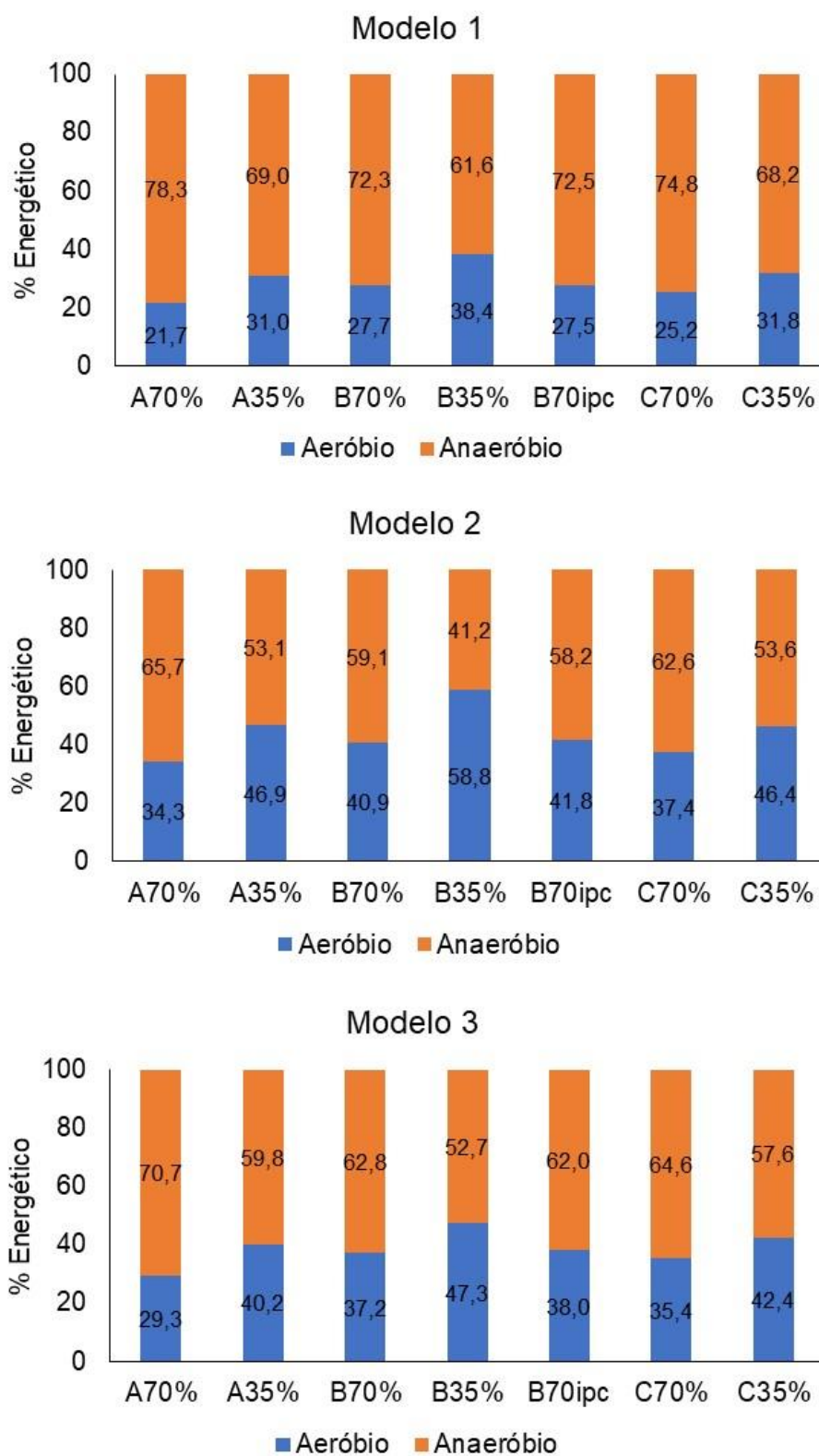


FIGURA 14: Média do percentual da contribuição de cada via bioenergética em cada protocolo de treinamento nos diferentes modelos propostos

A FIGURA 14 apresenta os valores referentes ao percentual (%) de contribuição de cada via bioenergética de acordo com cada modelo de cálculo de gasto. O Modelo 2, por não utilizar valores de $[La^-]$ apresenta menor contribuição anaeróbia quando comparado aos Modelos 1 e 3, o que se expressa também no gasto energético total em cada protocolo de treino. Os protocolos apresentaram o percentual da contribuição aeróbia, de acordo com os modelos 1, 2 e 3, de A70% (21,7; 34,3 e 29,3%), A35% (31,0; 46,9 e 40,2%), B70% (27,7; 40,9 e 37,2%), B35% (38,4; 58,8 e 47,3%), B70%_{IPC} (27,5; 41,8 e 38,0%), C70% (25,2; 37,4 e 35,4%) e C35% (31,8; 46,4 e 42,4%), respectivamente; e contribuição anaeróbia para o treino A70% (78,3; 65,7 e 70,7%), A35% (69,9; 53,1 e 59,8%), B70% (72,3; 59,1 e 62,8%), B35% (61,6; 41,2 e 52,7%), B70%_{IPC} (72,5; 58,2 e 62,0%), C70% (74,8; 62,2 e 64,6%) e C35% (68,2; 53,6 e 57,6%), respectivamente.

A comparação da contribuição aeróbia pelo modelo bioenergético 1, 2 e 3 para todos os protocolos de treinos, revela que não há diferença entre o cálculo relativo desta contribuição entre os diferentes protocolos de treino por um determinado modelo bioenergético, qualquer que seja a proposta (a exceção da comparação entre A70% e B35%, com uma tendência expostas de $p = 0,023$ no modelo; e entre C70% e B35% para o qual se observa apenas uma possível tendência, $p = 0,073$, ambos para o modelo 2 ($F = 3,05$, $p = 0,026$, $\eta = 0,466$). Isto significa que o modelo 2 tende a apresentar diferenças no cálculo da contribuição percentual do metabolismo aeróbio entre os protocolos, que se conforma por post-hoc apenas entre A70% vs B35% e C70% vs B35%.

Porém, pode-se observar pela comparação da contribuição aeróbia determinada entre os três diferentes modelos bioenergéticos por protocolo de

treino que há diferenças na contribuição aeróbia entre os cálculos de cada modelo bioenergético para os protocolos A70% ($F = 42,523$; $p < 0,001$; $\eta = 0,810$); A35% ($F = 66,596$; $p < 0,001$; $\eta = 0,869$); B70% ($F = 51,530$; $p < 0,001$; $\eta = 0,837$); B35% ($F = 98,169$; $p < 0,001$; $\eta = 0,908$); B70%IPC ($F = 61,833$; $p < 0,001$; $\eta = 0,861$); C70% ($F = 48,979$; $p < 0,001$; $\eta = 0,830$); e C35% ($F = 63,742$; $p < 0,001$; $\eta = 0,864$). A comparação post-hoc confirma as diferenças entre todas as comparações, a exceção da contribuição aeróbia entre os modelos 1 e 2 para os protocolos A70% ($p = 0,280$), A35% ($p = 0,087$), B70% ($p = 0,638$), B70%IPC ($p = 0,611$), C70% ($p = 1,000$) e C35% ($p = 0,545$).

A comparação da contribuição anaeróbia pelo modelo bioenergético 1, 2 e 3 para todos os protocolos de treinos, revela que não há diferença entre o cálculo relativo desta contribuição entre os diferentes protocolos de treino por um determinado modelo bioenergético, qualquer que seja a proposta (a exceção da comparação entre A70% e B35%, com uma tendência expostas de $p = 0,023$ no modelo; e entre C70% e B35% para o qual se observa apenas uma possível tendência, $p = 0,073$, ambos para o modelo 2 ($F = 3,05$, $p = 0,026$, $\eta = 0,466$). Isto significa que o modelo 2 tende a apresentar diferenças no cálculo da contribuição percentual do metabolismo anaeróbio entre os protocolos, que se conforma por post-hoc apenas entre A70% vs B35% e C70% vs B35%.

Porém, pode-se observar pela comparação da contribuição aeróbia determinada entre os três diferentes modelos bioenergéticos por protocolo de treino que há diferenças na contribuição aeróbia entre os cálculos de cada modelo bioenergético para os protocolos A70% ($F = 42,523$; $p < 0,001$; $\eta = 0,810$); A35% ($F = 66,596$; $p < 0,001$; $\eta = 0,869$); B70% ($F = 51,530$; $p < 0,001$; $\eta = 0,837$); B35% ($F = 98,169$; $p < 0,001$; $\eta = 0,908$); B70%IPC ($F = 61,833$; p

$< 0,001$; $\eta = 0,861$); C70% ($F = 48,979$; $p < 0,001$; $\eta = 0,830$); e C35% ($F = 63,742$; $p < 0,001$; $\eta = 0,864$). A comparação post-hoc confirma as diferenças entre todas as comparações, a exceção da contribuição aeróbia entre os modelos 1 e 2 para os protocolos A70% ($p = 0,280$), A35% ($p = 0,085$), B70% ($p = 0,638$), B70%IPC ($p = 0,611$), C70% ($p = 1,000$) e C35% ($p = 0,545$).

VI – DISCUSSÃO

6.1 Comparação entre os protocolos quanto à demanda energética total e contribuição de cada via bioenergética

O presente estudo comparou a demanda energética nos diferentes protocolos de TR. Após equalização da carga total de treinamento, foi possível constatar que, o tempo em atividade é determinante no gasto energético total. Ao utilizar o modelo 1 para o cálculo do gasto energético, a média dos valores encontrados de gasto energético total ($223,79 \pm 25,92$ Kcal) condizem com a literatura quando comparado com modelos de TR semelhantes em nível de intensidade (70% - 1 RM), com valores médios de 240 kcal (BURLESON *et al.*, 1998), $228,6 \pm 21,12$ kcal (KELLEHER *et al.*, 2010), $172.2 \pm 23,08$ kcal (ANICETO *et al.*, 2013), 213 ± 24 kcal em protocolos com máquinas e 249 ± 37 kcal com pesos livres (BENITO *et al.*, 2016), 283 ± 69 kcal (RUSTADEN *et al.*, 2020). Entretanto, outros estudos apresentaram valores menores do que os encontrados, como João *et al.*, (2020) que apresentaram, para protocolos de 75%-1RM valores médios de $124 \pm 25,40$ kcal em protocolo com exercícios multiarticulares e $111,80 \pm 22,78$ kcal em exercícios mono-articulares, entretanto, o treinamento foi realizado somente com 4 exercícios, diferente do presente estudo (7 exercícios), o que pode explicar a diferença entre os valores.

Ao comparar valores de gasto energético em diferentes intensidades, Thronton *et al.*, (2011) encontraram valores inferiores ao encontrado no presente estudo, sendo 125,7 kcal para alta intensidade (3 séries de 8 repetições a 85%-8RM) e 116,7 kcal para baixa intensidade (3 séries de 15 repetições a 45%-8RM)

em um protocolo de 9 exercícios. Também buscando comparar o gasto energético em diferentes intensidades, Thornton e Potteiger (2002) compararam o gasto energético em protocolos de alta intensidade (2 séries de 8 repetições a 85%-8RM) e baixa intensidade (2 séries de 15 repetições a 45%-8RM) e, apresentaram gasto médio de $63,7 \pm 7,0$ kcal e $71,7 \pm 7,1$ kcal respectivamente. Entretanto a discrepância nos resultados dos estudos apresentados com o presente trabalho pode ser explicada por eles não terem realizado a quantificação da carga total de treinamento (THORNTON, POTTEIGER, 2002; THORNTON et al., 2011).

Os valores do gasto total nos protocolos de 35%-1RM ($222,2 \pm 36,4$) não apresentaram diferença significativa quando comparados aos protocolos de 70%-1RM ($224,9 \pm 21,3$), entretanto, ao analisarmos valores relativos ao tempo total da atividade, os protocolos com cargas mais altas apresentaram maiores valores (70%-1RM: $6,0 \pm 0,5$ kcal $\times$ min⁻¹, e 35%-1RM: $5,0 \pm 0,3$ kcal $\times$ min⁻¹), portanto, o tempo em atividade é determinante para o gasto energético total, visto que os protocolos de 35%-1RM apresentaram maior tempo de atividade, pois foram realizados com maior número de repetições.

Os valores apresentados no protocolo de 70%-1RM vão de encontro ao apresentado por Ratamess *et al.*, (2007) de 6,2 kcal kcal $\times$ min⁻¹ e por Kelleher *et al.*, (2010) de 6,29 kcal $\times$ min⁻¹, entretanto foram menores que os apresentados por Benito *et al.*, (2016) que apresentaram $8,9 \pm 1,0$ kcal $\times$ min⁻¹ em circuito de máquinas e $10,4 \pm 1,6$ kcal $\times$ min⁻¹ em circuito com pesos livres, entretanto tais valores foram apresentados em protocolos realizados com o método de treinamento em circuito, o que difere do presente trabalho.

Sobre a contribuição das vias bioenergéticas no TR, obtivemos valores médios de $25,5 \pm 7,8\%$ aeróbio e $74,5 \pm 7,8\%$ anaeróbio nos protocolos de 70%-1RM e $33,7 \pm 8,9\%$ aeróbio e $66,3 \pm 8,9\%$ anaeróbio nos protocolos de 35%-1RM, diferente do apresentado por Scott *et al.*, (2011b) que, em protocolos de 70%-1RM apresentou contribuição aeróbia de 63,8% e anaeróbia de 36,2%, entretanto, ao analisarem a contribuição de cada via bioenergética no gasto do supino reto, Scott *et al.*, (2009) apresentaram valores de $25,6 \pm 9,9\%$ de contribuição aeróbia e $74,4 \pm 9,9\%$ de contribuição anaeróbia em teste realizado com 14 repetições e Vianna *et al.*, (2011) que apresentaram valores médios de contribuição da via bioenergética aeróbia de $22,34 \pm 6,95\%$ para supino reto, $12,56 \pm 6,45\%$ para agachamento, $36,09 \pm 9,22\%$ para pulley tríceps e $28,01 \pm 13,73\%$ para pulley costas, e contribuição da via bioenergética anaeróbia de $77,66 \pm 6,95\%$ para supino reto, $87,44 \pm 6,45\%$ para agachamento, $63,91 \pm 9,22\%$ para pulley tríceps e $71,99 \pm 13,73\%$ para pulley costas.

6.2 O efeito ergogênico da técnica IPC no TR

Apesar de já demonstrado na literatura (ANDREAS *et al.*, 2011; CRISAFULLI *et al.*, 2011; MOROCOLO *et al.*, 2016b; PARADIS-DESCHÊNES *et al.*, 2016; PARADIS-DESCHÊNES *et al.*, 2017; MAROCOLO *et al.*, 2016c; TANAKA *et al.*, 2016; CARVALHO; BARROSO, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020; DA SILVA NOVAES *et al.*, 2020) não foi possível visualizar o efeito ergogênico ou melhora da performance no TR pela utilização do IPC, seja no aumento de repetições quando comparado ao protocolo sem IPC, respostas de PSE, carga

total realizada, alteração na produção e acúmulo de $[La^-]$ ou alteração na contribuição das vias bioenergéticas.

Embora a utilização da técnica IPC já tenha demonstrado ser uma ferramenta ergogênica em diferentes atividades, inclusive no TR, não apresentou melhora na performance no presente trabalho, corroborando os achados de Tocco *et al.*, (2015), Marocolo *et al.*, (2016c), Halley *et al.*, (2019), Huang *et al.*, (2019) de Souza *et al.*, (2019).

Apesar dos estudos apresentarem a técnica IPC como uma ferramenta ergogênica, as adaptações causadas ainda precisam ser analisadas de forma mais aprofundada para que haja maior compreensão sobre os mecanismos responsáveis por tais benefícios (MAROCOLO *et al.*, 2016c; CARVALHO *et al.*, 2020). Tais benefícios, como sugerido por Gibson *et al.*, (2013), para que haja maior entendimento sobre tais mecanismos, é necessário analisar as respostas individuais em diferentes exercícios e métodos de treinamento, pois, Horiuchi (2017) sugere que, para que a técnica IPC seja mais efetiva, deve ser analisado a resposta muscular de forma localizada ao invés de um protocolo de treino completo.

O IPC também não possibilitou alteração nas respostas fisiológicas durante o TR, entretanto, já foi demonstrado que a técnica não contribui para alterações no $\dot{V}O_{2max}$, FC_{max} ou $[La^-]$ em esforços com intensidade máximos (deGROOT *et al.*, 2010; CRISAFULLI *et al.*, 2011; CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012; PATTERSON *et al.*, 2015; TOCCO *et al.*, 2015) ou submáximos (deGROOT *et al.*, 2010; CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012; TOCCO *et al.*, 2015; HORIUCHI, 2017). Portanto, a ausência de resultados que demonstrem contribuir com alguma alteração na performance ou

adaptação bioenergética, aponta a necessidade de busca de outros mecanismos e métodos avaliativos, para que haja um melhor entendimento sobre o efeito da técnica IPC como método ergogênico para a prática do TR.

6.3 Diferença entre os modelos de quantificação do gasto energético.

No presente estudo foram apresentados 3 modelos de cálculo do gasto energético total da atividade e, como apresentado, o modelo 1 apresenta maior contribuição anaeróbia da atividade quando comparado aos modelos 2 e 3. O modelo 1 apresentou valores médio para os protocolos de 70%-1RM : $25,5 \pm 7,8\%$ aeróbio e $74,5 \pm 7,8\%$ anaeróbio e em 35%-1RM de $33,7 \pm 8,9\%$ aeróbio e $66,3 \pm 8,9\%$ anaeróbio, enquanto que o modelo 2 apresentou valores de 70%-1RM : $38,6 \pm 8,7\%$ aeróbio e $61,4 \pm 8,7\%$ anaeróbio e em 35%-1RM de $50,7 \pm 10,3\%$ aeróbio e $49,3 \pm 10,3\%$ anaeróbio e o modelo 3 apresentou valores de 70%-1RM : $35,0 \pm 11,6\%$ aeróbio e $65,0 \pm 11,6\%$ anaeróbio e em 35%-1RM de $43,3 \pm 10,6\%$ aeróbio e $56,7 \pm 10,6\%$ anaeróbio.

A diferença entre os modelos nos protocolos ocorreu devido a maior contribuição anaeróbia analisada no modelo 1. O protocolo de treino A 70% apresentou valores de contribuição aeróbia de $21,7 \pm 10,9\%$, $34,3 \pm 11,8\%$ e $29,3 \pm 14,7\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $78,3 \pm 10,9\%$, $65,7 \pm 11,8\%$ e $70,7 \pm 14,7\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente. O protocolo de treino A 35% apresentou valores de contribuição aeróbia de $31,0 \pm 5,7\%$, $46,9 \pm 6,4\%$ e $40,2 \pm 7,1\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $69,0 \pm 5,7\%$, $53,1 \pm 6,4\%$ e $59,8 \pm 7,1\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente.

O protocolo de treino B 70% apresentou valores de contribuição aeróbia de $27,7 \pm 8,3\%$, $40,9 \pm 9,4\%$ e $37,2 \pm 13,8\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $72,3 \pm 8,3\%$, $59,1 \pm 9,4\%$ e $62,8 \pm 13,8\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente. O protocolo de treino B 35% apresentou valores de contribuição aeróbia de $38,4 \pm 9,2\%$, $58,8 \pm 10,3\%$ e $47,3 \pm 10,7\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $61,6 \pm 9,2\%$, $41,2 \pm 10,3\%$ e $54,7 \pm 10,7\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente. O protocolo de treino B 70_{IPC}% apresentou valores de contribuição aeróbia de $27,5 \pm 8,7\%$, $41,8 \pm 8,6\%$ e $38,0 \pm 13,2\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $72,5 \pm 8,7\%$, $58,2 \pm 8,6\%$ e $62,0 \pm 13,2\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente.

O protocolo de treino C 70% apresentou valores de contribuição aeróbia de $25,2 \pm 3,6\%$, $37,4 \pm 5,4\%$ e $35,4 \pm 5,4\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $74,8 \pm 3,6\%$, $62,6 \pm 5,4\%$ e $64,6 \pm 5,4\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente e o protocolo de treino C 35% apresentou valores de contribuição aeróbia de $31,8 \pm 11,4\%$, $46,4 \pm 10,5\%$ e $42,4 \pm 14,6\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente, e contribuição anaeróbia de $68,2 \pm 11,4\%$, $53,6 \pm 10,5\%$ e $57,6 \pm 14,6\%$ para os modelos 1, 2 e 3 respectivamente.

Ao comparar os modelos, é possível perceber que os valores de gasto energético total no modelo 1 é maior quando comparado aos modelos 2 e 3, e isso se dá pelo modelo 1 considerar maiores valores anaeróbios da atividade pois utiliza para o cálculo, além do O_2 consumido durante o exercício, utiliza também o Lactato e o EPOC (SCOTT, 2006b), pois, não utilizar o lactato produzido para calcular o gasto energético total subestima o valor real do gasto

(SCOTT; KEMP, 2005). Os valores apresentados pelo modelo 1 se assemelham ao apresentado por Scott (2009) de $25,6 \pm 9,9\%$ de contribuição aeróbia e $74,4 \pm 9,9\%$ de contribuição anaeróbia, mas diferem de Scott *et al.*, (2011b) que, em protocolos de 70%-1RM apresentou contribuição aeróbia de 63,8% e anaeróbia de 36,2%.

A diferença da contribuição energética entre as vias bioenergéticas é diretamente influenciada pelo modelo utilizado para o cálculo do gasto energético. Outro fator que influenciou na diferença com outros estudos, é que analisamos somente durante a execução do exercício, para que fosse obtido o valor do gasto energético especificamente do esforço durante a sessão, e não da sessão inteira (série mais todo o período de recuperação e intervalos), o que difere de outros estudos que, tais períodos, apresentaram maior contribuição aeróbia (SCOTT *et al.*, 2011b; CAMPANHOLI NETO, 2015; BENITO *et al.*, 2016).

VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os achados no presente estudo, a utilização do IPC como método ergogênico no TR não contribuiu para a melhora da performance no TR, apesar de, na literatura constar que causa redução na sensação de fadiga e no aumento de repetições, tal alteração não foi observada, além de não apresentar alteração nas respostas do consumo energético ou da contribuição das vias bioenergéticas, quando comparado ao mesmo protocolo sem a utilização da técnica. Os protocolos de TR, mesmo com a carga total quantificada, apresentam valores de gasto energéticos diferentes, pois o tempo em atividade, ou seja, o volume de treinamento, é determinando para o gasto energético total da atividade. Foi possível perceber que não houve diferença entre os protocolos com cargas altas (70% 1-RM) quando comparados aos protocolos com cargas menores (35% 1-RM), mas ao analisar valores relacionados ao consumo relativo ao tempo de atividade, os protocolos com cargas altas apresentaram consumo energético superior.

Ao se analisar os diferentes modelos para a quantificação do gasto energético foi possível demonstrar que é necessário utilizar a análise do $[La^-]$, principalmente por se tratar de uma atividade com alta demanda glicolítica e, ao não utilizar tal análise, os valores obtidos serão subestimados. É necessário que tal tipo de análise seja realizado para que se obtenha valores fidedignos quanto a contribuição anaeróbia da atividade pois, a utilização somente da análise do consumo através das respostas respiratórias não é suficiente.

Para que o TR apresente maior gasto energético, recomenda-se que o treinamento seja prescrito com o objetivo de realizar o esforço com alta carga com o maior volume possível dentro das possibilidades de prescrição para que,

desta forma, o estímulo e o tempo em atividade possam contribuir com o aumento da demanda energética e, desta forma, atingir o objetivo inicialmente proposto.

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHTIAINEN, J. P. *et al.* Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. **European journal of applied physiology**, v. 89, n. 6, p. 555-563, 2003.

AKTAŞ E, *et al.* Impact of oxidative stress on early postoperative knee function and muscle injury biochemical markers: Is it possible to create an ischemic preconditioning effect in sequential ischemic surgical procedures?. **Acta Orthop Traumatol Turc**, v.49 n. 4 p.387-393, 2015

AMANN, M. *et al.* On the contribution of group III and IV muscle afferents to the circulatory response to rhythmic exercise in humans. **The Journal of physiology**, v. 589, n. 15, p. 3855-3866, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687, 2009.

AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição**. 7ª edição Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.

ANDERSON, M.; HOPKINS, W.; ROBERTS, A.; PYNE, D.; Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. **J Sports Sci**. 26(2) p: 123–30, 2008.

ANDREAS, M. *et al.* Effect of ischemic preconditioning in skeletal muscle measured by functional magnetic resonance imaging and spectroscopy: a randomized crossover trial. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 13, n. 1, p. 32, 2011.

ANICETO, R. R. *et al.* Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 3, p. 181-185, 2013.

BAILEY, T. G. *et al.* Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 11, p. 2084-9, 2012a.

BAILEY, T. G. *et al.* Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 303, n. 5, p. H533-H538, 2012b.

BANGSBO, J. *et al.* Substrates for muscle glycogen synthesis in recovery from intense exercise in man. **The Journal of physiology**, v. 434, n. 1, p. 423-440, 1991.

BARBOSA, T. C. *et al.* Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 25, n. 3, p. 356-364, 2015.

BARROS, C. L. M., AGOSTINI, G. G., GARCIA, E. S., BALDISSERA, V. Limiar de lactato em exercício resistido. **Revista Motriz**; v. 10: p. 31– 36, 2004.

BEAVEN, C. M. *et al.* Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1132-1139, 2012.

BEAVERS, K. M. *et al.* Change in bone mineral density during weight loss with resistance versus aerobic exercise training in older adults. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 72, n. 11, p. 1582-1585, 2017.

BENITO, P. J. *et al.* Cardiovascular fitness and energy expenditure response during a combined aerobic and circuit weight training protocol. **PLoS One**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 2016.

BILLAT, L. V. & KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at $\dot{V}O_{2max}$ and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, Auckland, vol. 22, n. 2, p. 90 – 108, 1996

BINZEN, C. A.; SWAN, P. D.; MANORE, M. M. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 6, p. 932-938, 2001.

BOGDANIS, G. C. *et al.* Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. **The Journal of physiology**, v. 482, n. 2, p. 467-480, 1995.

BØTKER, H. E. *et al.* Remote ischaemic conditioning before hospital admission, as a complement to angioplasty, and effect on myocardial salvage in patients with acute myocardial infarction: a randomised trial. **The Lancet**, v. 375, n. 9716, p. 727-734, 2010.

BROOKS, G. A. Lactate as a fulcrum of metabolism. **Redox biology**, v. 35, p. 101454, 2020.

BURLESON, M. A. *et al.*, Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 4, p. 518-22, 1998.

BURNLEY, M. *et al.* Effects of prior exercise and recovery duration on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. **Experimental physiology**, v. 86, n. 3, p. 417-425, 2001.

CAMPANHOLI NETO, J. **Demanda energética na sessão de exercício resistido com características de hipertrofia e resistência muscular localizada.** Orientador: Vilmar Baldissera. 2015. 118 f. Dissertação - (Mestrado em Ciência da Motricidade) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2015.

CARVALHO, L.; BARROSO, R.. Ischemic preconditioning improves strength endurance performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 12, p. 3332-3337, 2019.

CARVALHO, L., *et al.*, Effects of resistance training combined with ischemic preconditioning on muscle size and strength in resistance-trained individuals. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2020 Nov; v. 60, n. 11, p.1431-1436, 2020

CIOLAC, E. G.; RODRIGUES-DA-SILVA, J. M. Resistance training as a tool for preventing and treating musculoskeletal disorders. **Sports Medicine**, v. 46, n. 9, p. 1239-1248, 2016.

CLEVIDENCE, M. W.; MOWERY, R. E.; KUSHNICK, M. R. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 10, p. 3649-3654, 2012.

CONNOLLY, D. A.J; BRENNAN, K. M.; LAUZON, C. D. Effects of active versus passive recovery on power output during repeated bouts of short term, high intensity exercise. **Journal of sports science & medicine**, v. 2, n. 2, p. 47, 2003.

CREWETHER, B. *et al.* Possible stimuli for strength and power adaptation. **Sports medicine**, v. 36, n. 3, p. 215-238, 2006.

CRISAFULLI, A. *et al.* Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 2, p. 530-536, 2011.

CROWLEY, M. I. A.; MATT, K. S. Hormonal regulation of skeletal muscle hypertrophy in rats: the testosterone to cortisol ratio. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 73, n. 1-2, p. 66-72, 1996.

DA SILVA, R. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DA SILVA NOVAES, J. *et al.* Ischemic Preconditioning Improves Resistance Training Session Performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 1, p. 1-7, 2020.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. S3-S16, 2002.

DE SOUSA, N. M. F. *et al.* The measurement of lactate threshold in resistance exercise: a comparison of methods. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 31, n. 5, p. 376-381, 2011.

DE SOUSA NETO, I. V. *et al.* Effects of resistance training volume on MMPs in circulation, muscle and adipose tissue. **International journal of sports medicine**, v. 38, n. 04, p. 307-313, 2017.

DE SOUZA, H. L. R. *et al.* Is ischemic preconditioning intervention occlusion-dependent to enhance resistance exercise performance. **J Strength Cond Res**. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000.00000>, v. 322, n. 4, 2019.

DI PRAMPERO, P. E.; FERRETTI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration physiology**, v. 118, n. 2-3, p. 103-115, 1999.

DI PRAMPERO, P. E.; MARGARIA, R. Relationship between O₂ consumption, high energy phosphates and the kinetics of the O₂ debt in exercise. **Pflügers Archiv**, v. 304, n. 1, p. 11-19, 1968.

DRAGASIS, S. *et al.* The role of opioid receptor agonists in ischemic preconditioning. **European journal of pharmacology**, v. 720, n. 1-3, p. 401-408, 2013.

FARINATTI, P.; CASTINHEIRAS NETO, A. G.; DA SILVA, N. L. Influence of resistance training variables on excess postexercise oxygen consumption: a systematic review. **International Scholarly Research Notices**, v. 2013, 2013.

FEIGENBAUM, M. S.; POLLOCK, M. L. Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. **The physician and sportsmedicine**, v. 25, n. 2, p. 44-64, 1997.

FINK, J.; SCHOENFELD, B. J.; NAKAZATO, K.. The role of hormones in muscle hypertrophy. **The Physician and sports medicine**, v. 46, n. 1, p. 129-134, 2018.

FLECK S.J., KRAEMER W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3ªed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLECK, S. J. Periodized strength training: a critical review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 82-89, 1999.

- FRANZ, A. *et al.* Ischemic Preconditioning Blunts Muscle Damage Responses Induced by Eccentric Exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 50, n. 1, p. 109-115, 2017.
- FRY, ANDREW C. *et al.* Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 26, n. 9, p. 1165-1173, 1994.
- GAESSER, G. A.; BROOKS, G. A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 16, n. 1, p. 29-43, 1984.
- GARBER, C. E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. 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**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- GIBSON, N. *et al.* Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. **International journal of sports physiology and performance**, v. 8, n. 6, p. 671-676, 2013.
- GILL, N. D.; BEAVEN, C. M.; COOK, C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. **British journal of sports medicine**, v. 40, n. 3, p. 260-263, 2006.
- GOING, S; WILLIAMS, D; LOHMAN, T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 23, p. 411-458, 1995.
- GOMES, P.J.; RODRIGUEZ, G.V.; ROYO, I.A.; REDONDO, D.M.; FONCILLAS, J.P.; MORENO, L.A.; SANCHES, *et al.* Effect of endurance and resistance training on regional fat and lipid profile. **Nutr Hosp**, v.28 (3), p.340-346, 2013.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. *et al.* Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 689-697, 2005.
- GREENHAFF, P. L.; TIMMONS, J. A. Interaction Between Aerobic and Anaerobic Metabolism During Intense Muscle Contraction. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 26, n. 1, p. 1-30, 1998.
- GRIFFITHS, B. *et al.* The effect of in-season traditional and explosive resistance training programs on strength, jump height, and speed in recreational soccer players. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 90, n. 1, p. 95-102, 2019.

de GROOT, P.C.; THIJSEN, D.H.; SANCHEZ, M.; ELLENKAMP, R.; HOPMAN, M.T.; Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **Eur J Appl Physiol**. 108(1) p: 141–146, 2010.

GUADALUPE-GRAU, A. *et al.* Exercise and bone mass in adults. **Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p. 439-468, 2009.

GUIMARÃES, B. R. *et al.* Muscular strength and regional lean mass influence bone mineral health among young females. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 3, p. 186-191, 2018a.

GUIMARÃES, B. R. *et al.* Muscle strength and regional lean body mass influence on mineral bone health in young male adults. **PloS one**, v. 13, n. 1, 2018b

GUPTA, R. D. *et al.* Indirect calorimetry: from bench to bedside. **Indian journal of endocrinology and metabolism**, v. 21, n. 4, p. 594, 2017.

HACKETT, D. A.; JOHNSON, N. A.; CHOW, C. M. Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1609-1617, 2013.

HADDOCK, B.L.; WILKIN, L.D. Resistance Training volume and post exercise energy expenditure. **Int J Sports Med**, v.27, p.143-148, 2006.

HÄKKINEN K. Neuromuscular fatigue in males and females during strenuous heavy resistance loading. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**. Jun; v. 34, n. 4: p. 205-214, 1994.

HALLEY, S. L.; MARSHALL, P.; SIEGLER, J. C. The effect of IPC on central and peripheral fatiguing mechanisms in humans following maximal single limb isokinetic exercise. **Physiological reports**, v. 7, n. 8, p. e14063, 2019.

HARGREAVES, M.; SPRIET, L. L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature Metabolism**, p. 1-12, 2020.

HASS, C. J. *et al.* Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 235-242, 2000.

HAUGEN, H. A.; CHAN, L.-N.; LI, F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 22, n. 4, p. 377-388, 2007.

HAUSENLOY, D. J. *et al.* Ischemic preconditioning protects by activating prosurvival kinases at reperfusion. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 288, n. 2, p. H971-H976, 2005.

HAUSENLOY, D J.; YELLON, D M. Remote ischaemic preconditioning: underlying mechanisms and clinical application. **Cardiovascular research**, v. 79, n. 3, p. 377-386, 2008.

HERMANSEN, L. et al. Postexercise elevation of resting oxygen uptake: Possible mechanisms and physiological significance. In: **Physiological chemistry of training and detraining**. Karger Publishers, p. 119-129, 1984.

HEYMSFIELD, S. B. et al. Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 282, n. 1, p. E132-E138, 2002.

HEYWARD, V. H. **Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas**. 2013.

HIND, K. et al. A cross-calibration study of the GE-lunar iDXA and prodigy for the assessment of lumbar spine and total hip bone parameters via three statistical methods. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 18, n. 1, p. 86-92, 2015.

HOLTEN, M. K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53, n. 2, p. 294-305, 2004.

HONG, Y. et al. Cell membrane integrity and revascularization: The possible functional mechanism of ischemic preconditioning for skeletal muscle protection against ischemic-reperfusion injury. **Acta Histochemica**, v. 119, n. 3, p. 309-314, 2017.

HORIUCHI, M.; ENDO, J.; THIJSSSEN, D. H. J. Impact of ischemic preconditioning on functional sympatholysis during handgrip exercise in humans. **Physiological reports**, v. 3, n. 2, p. e12304, 2015.

HORIUCHI, M. Ischemic preconditioning: potential impact on exercise performance and underlying mechanisms. **The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine**, v. 6, n. 1, p. 15-23, 2017.

HUANG, B. H. et al. Effects of ischemic preconditioning on local hemodynamics and isokinetic muscular function. **Isokinetics and Exercise Science**, n. Preprint, p. 1-9, 2019.

HUBAL, M. J. et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 6, p. 964-972, 2005.

HUNTER, G. R. et al. Potential causes of elevated REE following high-intensity exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 12, p. 2414, 2017.

IRVINE, C.; TAYLOR, N. F. Progressive resistance exercise improves glycaemic control in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 55, n. 4, p. 237-246, 2009.

IZQUIERDO, M. *et al.* Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. **Journal of applied physiology**, v. 100, n. 5, p. 1647-1656, 2006.

JANIER, M. F.; VANOVERSCHDELDE, J.L.; BERGMANN, S. R. Ischemic preconditioning stimulates anaerobic glycolysis in the isolated rabbit heart. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 267, n. 4, p. H1353-H1360, 1994.

JEAN-ST-MICHEL, E. *et al.* Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1280-1286, 2011.

JENNINGS, R. B. *et al.* Metabolism of preconditioned myocardium: effect of loss and reinstatement of cardioprotection. **Journal of molecular and cellular cardiology**, v. 33, n. 9, p. 1571-1588, 2001.

JOÃO, G. A. *et al.* Does the number of joints involved in exercise promote changes in energy expenditure?. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 5, p. 425-430, 2020.

JOHNSTON, A.P.W.; DE LISIO, M.; PARISE, G. Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 33, n. 1, p. 191-199, 2008.

JONES, A. M. & DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal of Sports Sciences**, London, vol. 14, p. 321 – 327, 1996.

JONES, A. M., POOLE, D. C. Introduction to oxygen uptake kinetics and historical development of the discipline. In: JONES, A. M., POOLE, D. C., editors. **Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine**. London: Routledge, p. 3-35, 2005.

KENNY, G. P.; NOTLEY, S. R.; GAGNON, D.. Direct calorimetry: a brief historical review of its use in the study of human metabolism and thermoregulation. **European journal of applied physiology**, v. 117, n. 9, p. 1765-1785, 2017.

KELLEHER, A. R. *et al.* The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, 2010.

KIDA, M.*et al.* Ischemic preconditioning preserves creatine phosphate and intracellular pH. **Circulation**, v. 84, n. 6, p. 2495-2503, 1991.

KILDUFF L. P. *et al.* Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. **Int J Sports Physiol Perform** vol.8: p.677–681, 2013

KONSTANTINOV, I. E. *et al.* The remote ischemic preconditioning stimulus modifies inflammatory gene expression in humans. **Physiological genomics**, v. 19, n. 1, p. 143-150, 2004.

KRAEMER, W. J. *et al.* Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. **International journal of sports medicine**, v. 8, n. 04, p. 247-252, 1987.

KRAEMER, W.J.; KOZIRIS, L.P. Muscle strength training: techniques and considerations. **Phys Ther Prat**, v.2, p.54-58, 1992.

KRAEMER, W J. *et al.* Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 77, n. 3, p. 206-211, 1998

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Physiology of resistance training: current issues. **Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America**, v. 9, n. 4, p. 467-514, 2000.

KRAEMER, W. J. *et al.* Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 6, p. 1011-1025, 2001.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; FRENCH, D. N. Resistance training for health and performance. **Current sports medicine reports**, v. 1, n. 3, p. 165-171, 2002.

KRAEMER, W.; J.; RATAMESS, N., A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KRAUSE NETO, W. *et al.* Total training load may explain similar strength gains and muscle hypertrophy seen in aged rats submitted to resistance training and anabolic steroids. **The Aging Male**, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2018.

KROGH, A.; LINDHARD, J. The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work. **The Journal of physiology**, v. 47, n. 1-2, p. 112-136, 1913.

KRUSTRUP, P. *et al.* ATP and heat production in human skeletal muscle during dynamic exercise: higher efficiency of anaerobic than aerobic ATP resynthesis. **The Journal of physiology**, v. 549, n. 1, p. 255-269, 2003.

LAFORGIA, J. *et al.* Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. **Journal of Applied Physiology**, v. 82, n.2, p. 661-666, 1997.

LEAL, A. K. *et al.* Peripheral δ -opioid receptors attenuate the exercise pressor reflex. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 305, n. 8, p. H1246-H1255, 2013.

LEVINE, J. A. Measurement of energy expenditure. **Public health nutrition**, v. 8, n. 7a, p. 1123-1132, 2005.

MAGOSSO, R. F. *et al.* A Review of Ergogenesis and Effect of Training Variables on Energy Expenditure in Resistance Training Exercises. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 2, 2017.

MARGARIA, R.; EDWARDS, H. T.; DILL, D. B. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 106, n. 3, p. 689-715, 1933.

MARGARIA, R. *et al.* Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man. **Journal of applied physiology**, v. 18, n. 2, p. 371-377, 1963.

MAROCOLO, M. *et al.* Myths and facts about the effects of ischemic preconditioning on performance. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 02, p. 87-96, 2016a.

MAROCOLO, M. *et al.* Beneficial effects of ischemic preconditioning in resistance exercise fade over time. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 10, p. 819-824, 2016b

MAROCOLO, M. *et al.* Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1462-1469, 2016c.

MAROCOLO, I. C. *et al.* Acute ischemic preconditioning does not influence high-intensity intermittent exercise performance. **PeerJ**, v. 5, p. e4118, 2017.

MAROCOLO, M.; BILLAUT, F.; DA MOTA, G. R. Ischemic preconditioning and exercise performance: an ergogenic aid for whom?. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1874, 2018.

MAROCOLO, M. *et al.* Ischemic preconditioning and exercise performance: Shedding light through smallest worthwhile change. **European journal of applied physiology**, v. 119, n. 10, p. 2123-2149, 2019.

MARX, J. O. *et al.* Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 4, p. 635-643, 2001.

MASSINI, D. A. *et al.* Avaliação da velocidade crítica de corrida em pista e esteira: perfis fisiológicos e relações com o desempenho em 3000 metros. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 432-444, 2018.

MAUCHLY, J. W. Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 11, n. 2, p. 204-209, 1940.

MAUGHAN, R; GLEESON, M; GREENHAFF, Paul L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. Manole, 2000.

MAYHEW, J.L.; PRINSTER, J.S.; ZIMMER, D.L.; BEMBEN, M.G. Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. **J Sports Med Physiol Fitness**, v. 35(2), p. 108-113, 1995

MEDBØ, J. I. Glycogen breakdown and lactate accumulation during high-intensity cycling. **Acta physiologica scandinavica**, v. 149, n. 1, p. 85-89, 1993.

MORO, T. *et al.* Pediatric resistance training: Current issues and concerns. **Minerva pediatrica**, v. 66, n. 3, p. 217-227, 2014.

MULLIGAN, S. E. *et al.* Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentrations in women. **The Journal of strength & conditioning research**, v. 10, n. 4, p. 256-262, 1996.

MURPHY, C.; WINTER, D.; BOUCHIER-HAYES, D. Tourniquet injuries: pathogenesis and modalities for attenuation. **Acta orthopaedica belgica**, v. 71, n. 6, p. 635, 2005.

MURRY, C.E.; JENNINGS, R.B.; REIMER, K.A.; Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. **Circulation**. 74 p: 1124-1136, 1986.

NAKAGATA, T.; NAITO, H.; YAMADA, Y.. Metabolic Equivalents of Body Weight Resistance Training with Slow Movement: Implications for Exercise Prescription and Health Promotion. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 21, n. 5, 2018a.

NAKAGATA, T.; YAMADA, Y.; NAITO, H. Energy expenditure, recovery oxygen consumption, and substrate oxidation during and after body weight resistance exercise with slow movement compared to treadmill walking. **Physiology International**, v. 105, n. 4, p. 371-385, 2018.

ÖZYENER, F. *et al.* Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **The Journal of physiology**, v. 533, n. 3, p. 891-902, 2001.

PANG, C. Y. *et al.* Protective effect of ischemic preconditioning (ipc) and adenosine in skeletal-muscle ischemia reperfusion (i/r) injury. In: **Faseb journal**. 9650 ROCKVILLE PIKE, BETHESDA, MD 20814-3998 USA: FEDERATION AMER SOC EXP BIOL, p. A494-A494, 1993.

PANG, C. Y. *et al.* Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. **Cardiovascular research**, v. 29, n. 6, p. 782-788, 1995.

PANISSA, V. L. G *et al.* Magnitude and duration of excess of post-exercise oxygen consumption between high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise: A systematic review. **Obesity Reviews**, p. 1-16, 2020.

PAOLI, A. Resistance training: the multifaceted side of exercise. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 302, n. 3, p. E387-E387, 2012.

PARADIS-DESCHÊNES, P.; JOANISSE, D. R.; BILLAUT, F.. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 9, p. 938-944, 2016.

PARADIS-DESCHÊNES, Pénélope; JOANISSE, Denis R.; BILLAUT, François. Sex-specific impact of ischemic preconditioning on tissue oxygenation and maximal concentric force. **Frontiers in physiology**, v. 7, p. 674, 2017.

PATTERSON, S. D. *et al.* The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1652-1658, 2015.

PAUL, A. C.; ROSENTHAL, N. Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. **Journal of Cell Biology**, v. 156, n. 4, p. 751-760, 2002.

PHILLIPS, W. T.; ZIURAITIS, J. R. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 2, p. 350-355, 2003.

PIMENTA, L. D. *et al.* Bone health, muscle strength and lean mass: relationships and exercise recommendations. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 245-251, June 2019

POEHLMAN, E. T., & MELBY, C. Resistance training and energy balance. **International journal of sport nutrition**, 8(2), 143-159, 1998.

POOLE, D. C.; WILKERSON, D. P.; JONES, A. M. Validity of criteria for establishing maximal O₂ uptake during ramp exercise tests. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, vol. 102, p. 403 – 410, 2008

PRINGLE, J. S. M. *et al.* Oxygen uptake kinetics during moderate, heavy and severe intensity 'submaximal' exercise in humans: the influence of muscle fibre type and capillarisation. **European journal of applied physiology**, v. 89, n. 3-4, p. 289-300, 2003.

RAISZ, L. G. Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects. **The Journal of clinical investigation**, v. 115, n. 12, p. 3318-3325, 2005.

RATAMESS, N. A. *et al.* The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European journal of applied physiology**, v. 100, n. 1, p. 1-17, 2007.

ROBERTSON, R. J. *et al.* Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333-341, 2004.

ROW, B. S.; KNUTZEN, K. M.; SKOGSBERG, N. J. Regulating explosive resistance training intensity using the rating of perceived exertion. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 664-671, 2012.

RUSTADEN, A. M. *et al.* Similar Energy Expenditure During BodyPump and Heavy Load Resistance Exercise in Overweight Women. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 570, 2020.

SALVADOR, A. F. *et al.* Ischemic preconditioning and exercise performance: a systematic review and meta-analysis. **International journal of sports physiology and performance**, v. 11, n. 1, p. 4-14, 2016.

SCHEUERMANN, B. W. *et al.* The slow component of O₂ uptake is not accompanied by changes in muscle EMG during repeated bouts of heavy exercise in humans. **The Journal of physiology**, v. 531, n. 1, p. 245-256, 2001.

SCHOENFELD, Brad J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.

SCHOENFELD, Brad J. *et al.* Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2909-2918, 2014.

SCHOENFELD, Brad J. *et al.* Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954-2963, 2015.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689-1697, 2016.

SCHOFFELEN, P. F. M.; PLASQUI, G. Classical experiments in whole-body metabolism: open-circuit respirometry—diluted flow chamber, hood, or facemask systems. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 1, p. 33-49, 2018.

SCHUENKE, M. D.; MIKAT, R. P.; MCBRIDE, J. M. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. **European journal of applied physiology**, v. 86, n. 5, p. 411-417, 2002.

SCOTT, C. B. Interpreting energy expenditure for anaerobic exercise and recovery: an anaerobic hypothesis. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 1997.

SCOTT, C.; KEMP, R. Direct and indirect calorimetry of lactate oxidation: implications for whole-body energy expenditure. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 1, p. 15-19, 2005.

SCOTT, C. B. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 404-411, 2006a

SCOTT, C. B. Estimating energy expenditure for brief bouts of exercise with acute recovery. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 31, n. 2, p. 144-149, 2006b.

SCOTT, C. B.; CROTEAU, A.; RAVLO, T. Energy expenditure before, during, and after the bench press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 2, p. 611-618, 2009.

SCOTT, C. B. *et al.* Aerobic, anaerobic, and excess postexercise oxygen consumption energy expenditure of muscular endurance and strength: 1-set of bench press to muscular fatigue. **The Journal of Strength & conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 903-908, 2011a

SCOTT, C. B.; LEARY, M. P.; TENBRAAK, A. J. Energy expenditure characteristics of weight lifting: 2 sets to fatigue. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 1, p. 115-120, 2011b.

SCOTT, C. B. Oxygen costs peak after resistance exercise sets: a rationale for the importance of recovery over exercise. **Journal of Exercise Physiology**, v. 15, p. 1-7, 2012.

SCOTT, C. B.; REIS, V. M. Modeling the total energy costs of resistance exercise: A work in progress. **Central European Journal of Sport Sciences and Medicine**, v. 14, n. 2, p. 5-12, 2016.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SIDDIQUE, U. *et al.* Determining the sites of neural adaptations to resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, p. 1-25, 2019.

SILVEIRA PINTO, R.; LUPI, R.; BRENTANO, M. A. Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 13, n. 2, p. 150-157, 2011.

SINHA-HIKIM, I. *et al.* Testosterone-induced muscle hypertrophy is associated with an increase in satellite cell number in healthy, young men. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 285, n. 1, p. E197-E205, 2003.

SIQUEIRA, L. O. C *et al.* Resposta aguda do lactato sanguíneo a diferentes protocolos de treinamento com pesos. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 26-30, Jan. 2018a

SIQUEIRA, L. O. C. *et al.* Regional body composition and muscle strength are related to bone mineral content in elderly. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 24, n. 5, p. 366-371, Sept. 2018b

SOUZA, D *et al.* Minimal dose resistance training with elastic tubes promotes functional and cardiovascular benefits to older women. **Experimental gerontology**, v. 115, p. 132, 2019.

SUNDELL, J. Resistance training is an effective tool against metabolic and frailty syndromes. **Advances in preventive medicine**, v. 2011, 2011.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, Washington, vol. 37, n. 1, p. 153 – 156, 2001.

TANAKA, D. *et al.* Ischemic preconditioning enhances muscle endurance during sustained isometric exercise. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 08, p. 614-618, 2016.

TESTA, M.; NOAKES, T. D.; DESGORCES, F. Training state improves the relationship between rating of perceived exertion and relative exercise volume during resistance exercises. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 2990-2996, 2012.

THORNTON, M. K.; POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 4, p. 715-722, 2002.

THORNTON, M. K.; ROSSI, S. J.; MCMILLAN, J. L. Comparison of two different resistance training intensities on excess post-exercise oxygen consumption in African American women who are overweight. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 489-496, 2011.

TOCCO, F. *et al.* Muscle ischemic preconditioning does not improve performance during self-paced exercise. **International journal of sports medicine**, v. 36, n. 01, p. 9-15, 2015.

TOMAI, F.; CREA, F.; CHIARIELLO, L.; GIOFFRÈ, P. A.; Ischemic preconditioning in humans models, mediators, and clinical relevance. **Circulation**, 100(5), p: 559-563, 1999

TRESIERRAS, M. A.; BALADY, G. J. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. **Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention**, v. 29, n. 2, p. 67-75, 2009.

VAILE, J. *et al.* Effect of cold water immersion on repeated cycling performance and limb blood flow. **British journal of sports medicine**, v. 45, n. 10, p. 825-829, 2011.

VIANNA, Jefferson *et al.* Aerobic and anaerobic energy during resistance exercise at 80% 1RM. **Journal of human kinetics**, v. 29, n. Special-Issue, p. 69-74, 2011.

WANG, L. *et al.* Remote ischemic preconditioning elaborates a transferable blood-borne effector that protects mitochondrial structure and function and preserves myocardial performance after neonatal cardioplegic arrest. **The Journal of thoracic and cardiovascular surgery**, v. 136, n. 2, p. 335-342, 2008.

WEIR, J. B. V. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **The Journal of physiology**, v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949.

WERBON, M.J.; AUGUSTSSON, J.; THOMEE, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Med**, v. 27(3), p.225-64, 2007.

WILLARDSON, J. M.; NORTON, L.; WILSON, G. Training to failure and beyond in mainstream resistance exercise programs. **Strength & Conditioning Journal**, v. 32, n. 3, p. 21-29, 2010.

WILMORE, J. H. *et al.* Energy cost of circuit weight training. **Medicine and science in sports**, v. 10, n. 2, p. 75-78, 1978.

WOLFE, R. R. et al. Role of triglyceride-fatty acid cycle in controlling fat metabolism in humans during and after exercise. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, v. 258, n. 2, p. E382-E389, 1990.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J.; FRY, A. C. **Science and practice of strength training**. Human Kinetics, 2020.

ZAUGG, M.; LUCCHINETTI, E.; Remote Ischemic Preconditioning in Cardiac Surgery—Ineffective and Risky? **New England Journal of Medicine**, 373(15), p: 1470-1472, 2015

ZENG, Q. et al. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 45, n. 7, p. 591-600, 2012.

XIX – ANEXOS

Anexo I – Termo de Compromisso

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Eu, Leandro Oliveira da Cruz Siqueira, portador do RG. 37.539.200-2, aluno do Curso de Pós – Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias - Instituto de Biociências – UNESP – Campus Rio Claro, venho por meio deste, convidá-lo a participar como voluntário do projeto de pesquisa descrito abaixo.

Título do Projeto: PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO (IPC) E DEMANDA ENERGÉTICA EM PROTOCOLOS DE TREINAMENTO RESISTIDO: ANÁLISE DO EFEITO SOBRE O PERFIL METABÓLICO SEGUNDO DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA

Justificativa e Objetivos: Este estudo terá como objetivo analisar as respostas em parâmetros de força, alteração da composição corporal e alteração no metabolismo basal causados por dois protocolos de treinamento diferentes, sendo um Treinamento Tradicional (TT) e outro Treinamento de Alto Volume (TAV)

Avaliação antropométrica: Serão mensuradas as seguintes variáveis antropométricas: massa corporal (kg), estatura (cm) e composição corporal, através do DXA.

Teste progressivo: O teste incremental será realizado em esteira, em velocidade de 4km/hora por 3 minutos, com inclinação de 1%, sendo aumentada a velocidade em 1 km/hora por minuto até a exaustão voluntária ou incapacidade de manter a velocidade determinada. Antes de cada teste, haverá um aquecimento de 5 min em uma intensidade moderada. O consumo de oxigênio será mensurado durante todo o teste por meio de um analisador de gases. Ao final do teste será coletada 4 amostras sanguíneas para a dosagem do lactato.

Teste de repetição máxima (1RM): O teste de 1RM será realizado nos seguintes exercícios: (a) supino horizontal, (b) leg press 45°, (c) rosca direta e (d) extensão de joelho, (e) remada (f) elevação lateral (g) desenvolvimento anterior (h) tríceps testa e (i) tríceps pulley. Todos os testes serão realizados após um aquecimento não-específico de 15 minutos (alongamento estático, ciclismo ou corrida em baixa intensidade). O protocolo de teste de 1RM seguiu as recomendações do Mayhew et al. (1995) e de Earle e Baechle (2012): (1) um aquecimento específico precederá a primeira tentativa do teste, e será realizado com cargas baixas e sem estimular a falha concêntrica, (2) a carga inicial do teste será escolhida com base nas taxas médias de força máxima de membros inferior e superior, de acordo com idade, sexo e peso, (3) os participantes realizarão, pelo menos, três séries de tentativas, com 3 min de descanso entre elas, aumentando ou diminuindo a carga inicial de 1,1 - 4,5 kg de acordo com a facilidade ou dificuldade da primeira tentativa. A carga incapaz de suspender por duas vezes representará o peso máximo suspenso com sucesso por uma vez, e considerado a referência de força máxima em 1RM. O valor da carga máxima será descrito em quilogramas (kg). O teste de 1RM foi repetido três vezes para sua confirmação, o que tende a reduzir a influência de fatores como o nível de motivação sobre a predisposição para gerar tensão contrátil máxima durante o exercício. Para o segundo e terceiro testes, a carga máxima obtida no primeiro teste de 1RM foi fracionada em 90, 95, 100, 105 e 110% 1RM e realizadas aleatoriamente, com três minutos de descanso entre as tentativas. Novamente, solicitava-se ao participante para tentar executar duas repetições. Caso obtenha sucesso na segunda tentativa, a série será interrompida e excluída as intensidades inferiores à executada para o sorteio da carga na próxima série. O valor de 1RM será considerado a média das cargas correspondentes a uma execução máxima completa obtida nos três testes.

Prescrição do treinamento: O treinamento será prescrito para que seja realizado 3 vezes por semana, dividido em sessão A (peitoral, Ombro e Tríceps), B (Membros Inferiores) e C (costas, trapézio e bíceps) em ambos os protocolos. As cargas serão estipuladas após os testes de 1 RM e prescritas de modo que haja a progressão a cada duas semanas. O TT iniciará com carga de 70% de 1RM com 12 a 15 repetições, 3 séries, e 60 segundos de pausa. O TAV iniciará com carga de 35% de 1RM com 30 repetições, 3 séries, 60 segundos de pausa. As alterações ocorrerão a partir da segunda semana de treino, iniciando pelo aumento do número de repetições, aumento da carga, e acréscimo de série

Direitos da pessoa submetida aos testes: Toda pessoa submetida aos testes terá acesso aos seus dados, assim como aos resultados finais. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao conhecimento de pessoas estranhas, sem a autorização expressa do sujeito submetido ao teste. Todo participante poderá abandonar os testes a qualquer momento, sem prestar qualquer tipo de esclarecimento, mas devendo comunicar sua decisão ao responsável dos testes o quanto antes. Os resultados dos testes poderão ser utilizados para pesquisa, sendo assegurado o anonimato do sujeito, desde que autorizado expressamente neste termo de consentimento.

Riscos dos testes: Os riscos pertinentes ao protocolo são aqueles inerentes a qualquer prática de exercícios extenuantes (uma possível hipotensão, hipoglicemia, ou mal estar como náuseas e vômitos, que são observadas com pouca frequência ao final dos testes extenuantes. Quando apresentados, estes sintomas retornam à normalidade após alguns minutos, em repouso, sem a necessidade de outros procedimentos para a reversão da sintomatologia. Estes riscos serão esclarecidos pelo responsável dos testes anteriormente a seu início e toda vez que desejado pelo participante (esclarecimento de dúvidas), e tendem a ser minimizados pela avaliação clínica antes dos testes e pelas condições de pronto atendimento em caso de acidente.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS

Eu, _____, portador do RG nº _____ e CPF nº _____ responsável por _____, portador do RG nº _____ tenho ciência dos meus direitos e deveres, concordando em me submeter a este estudo, sob a possibilidade de retirar o consentimento a qualquer momento antes e durante o experimento e outros. Desta forma, autorizo a utilização dos dados deste teste para fins de pesquisa, bem como a divulgação de seus resultados por meio de qualquer meio de divulgação, desde que seja assegurado o anonimato.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista (CEP/FC-UNESP) CAMPUS de Bauru: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, CEP 17033-360, Bauru-SP, telefone: (014) 3103-6087, e-mail: arimaia@fc.unesp.br

Contato para dúvidas:

Se você tiver dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o Investigador. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como um paciente de pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O CEP é constituído por um grupo de profissionais de diversas áreas, com conhecimentos científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada da pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

NOME DO RESPONSÁVEL ASSINATURA DATA

NOME DO INVESTIGADOR ASSINATURA DATA

NOME DO ORIENTADOR ASSINATURA DATA

INFORMAÇÕES DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL E DO ORIENTADOR

Pesquisador Responsável: Leandro Oliveira da Cruz Siqueira - RG: 37.539.200-2

Cargo/Função: Aluno de Doutorado

Curso: Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade Estadual Paulista

Endereço: Av. 24A, 1515, Bela Vista, Rio Claro, SP

Dados para Contato: fone (14) 98175-8158 e-mail: le_siqueiraedf@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Dalton Muller Pessoa Filho

Cargo/função: Professor Titular

Instituição: Universidade Estadual Paulista

Endereço: Av. Engº Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/nº, Vargem Limpa, Bauru, SP. CEP. 17033-360

Dados para Contato: fone (14) 3103-6082 e-mail: dmpf@fc.unesp.br

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS

TERMO DE ASSENTIMENTO

Título do Projeto: PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO (IPC) E DEMANDA ENERGÉTICA EM PROTOCOLOS DE TREINAMENTO RESISTIDO: ANÁLISE DO EFEITO SOBRE O PERFIL METABÓLICO SEGUNDODIFERENTES PROCEDIMENTOS DE QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA

Investigador: Leandro Oliveira da Cruz Siqueira.

Local da Pesquisa: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física – Campus de Rio Claro, SP.

Endereço: Av. 24A, 1515, Bela Vista, Rio Claro, SP.

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de melhorar o processo de prescrição de treinamento resistido, sendo realizadas através de avaliações laboratoriais e de seus treinamentos realizados durante 12 semanas para que suas sessões de treinamentos fiquem mais precisas e, assim, contribuir para sua melhora adequar o treinamento para a obtenção de respostas mais adequadas aos diferentes objetivos. Sobretudo, a qualquer momento desejado terá acesso aos seus dados, assim como aos resultados finais. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao conhecimento de pessoas estranhas, sem sua autorização expressa. Também poderá abandonar os testes a qualquer momento, sem sofrer nenhum prejuízo, represálias ou necessidade de prestar qualquer tipo de esclarecimento, mas devendo comunicar sua decisão ao responsável dos testes o quanto antes. Os resultados dos testes poderão ser utilizados para pesquisa, sendo assegurado seu anonimato, desde que autorizado expressamente neste termo de assentimento.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu também recebi uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

Eu, _____, portador do RG nº _____ e CPF nº _____ tenho ciência dos meus direitos e deveres, concordando em me submeter a este estudo, sob a possibilidade de retirar o consentimento a qualquer momento antes e durante o experimento e outros. Os pesquisadores (abaixo relacionados) tiraram todas as minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e o li, concordando em participar desta pesquisa. Desta forma, autorizo a utilização dos dados deste teste para fins de pesquisa, bem como a divulgação de seus resultados por meio de qualquer meio de divulgação, desde que seja assegurado o anonimato.

Sexo: M () F () Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Telefone para contato: Cel.: _____ Fixo: _____

Email: _____

NOME DO SUJEITO ASSINATURA DATA

NOME DO INVESTIGADOR ASSINATURA DATA

Anexo II – Ficha de coleta

NOME	TREINO		DATA		PESO CORPORAL	
EPP REPOUSO:		EPP PÓS	MINUTO 1	MINUTO 3	MINUTO 5	MINUTO 7
FC REPOUSO (BPM):						
EXERCÍCIO /SÉRIES	REPETIÇÕES		FC	EPP		
1ª						
2ª						
3ª						
1ª						
2ª						
3ª						
1ª						
2ª						
3ª						
1ª						
2ª						
3ª						
1ª						
2ª						
3ª						
1ª						
2ª						
3ª						