

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA DE ALTA INTENSIDADE E CURTO INTERVALO DE DESCANSO SOBRE O GASTO CALÓRICO, CONSUMO DE OXIGÊNIO PÓS EXERCÍCIO E USO DE SUBSTRATO EM INDIVÍDUO TREINADO: ESTUDO DE CASO**

Vitor de Araújo Telles<sup>1</sup>, Matheus Braga Lisboa<sup>2</sup>, Raissa Barros Martins<sup>2</sup>, Paulo Soares Lima<sup>3</sup>  
 Christiano Eduardo Veneroso<sup>3</sup>, Christiano Bertoldo Urtado<sup>3</sup>

**RESUMO**

**Introdução e Objetivo:** A magnitude e mecanismos induzidos pelo treinamento de força sobre o gasto energético e substratos utilizados não estão totalmente esclarecidos, sendo divergentes entre estudos. O objetivo deste caso singular, foi avaliar o gasto calórico, consumo de oxigênio pós exercício (EPOC) e taxa de oxidação de substratos induzidos por um protocolo de alta intensidade e curto intervalo de descanso. **Materiais e Métodos:** Esta pesquisa é um estudo de caso, de um praticante de exercício de força do sexo masculino, com 32 anos, 177 cm de estatura, 86 quilogramas, 16,2 % de gordura e com metabolismo basal avaliado em 2250 kcal/dia. O voluntário apresentava experiência prévia de 4 anos e alta força relativa. Foram avaliados o gasto calórico e taxa de oxidação de substratos durante a intervenção e o gasto energético após a intervenção. **Resultados:** O gasto calórico aumentou em 6 vezes em relação ao repouso (1,57 kcal/min em repouso para 11,42 kcal/min em exercício), gerando um gasto calórico total de 525,65 kcal. Foi observada uma taxa de oxidação de carboidrato de 3,75 g/min durante o esforço e 2,65 g/min durante o EPOC. Além disso, a taxa de oxidação de gordura foi de 0,20 g/min, gerando consumo total de 16,1 gramas durante o componente lento do EPOC. **Conclusão:** O protocolo de treinamento de força de alta intensidade e curto intervalo de descanso proporcionou alto gasto calórico em curto tempo, podendo ser utilizado pelo voluntário como estratégia para otimizar o gasto energético quando há limitação de tempo para prática da atividade em questão.

**Palavras-chave:** Calorimetria indireta. Consumo de oxigênio. Exercício.

1 - Bacharelado em Educação Física, Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

2 - Bacharelado em Educação Física, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

**ABSTRACT**

Effects of high intensity short rest on caloric expenditure, post exercise oxygen consumption and substrate use in a trained individual: case report

**Introduction and Objective:** The magnitude and mechanisms induced by resistance training on energy expenditure and substrates used are not fully understood and are divergent between studies. The aim of this case report was to evaluate caloric expenditure, post exercise oxygen consumption (EPOC) and substrate oxidation rate induced by high intensity short rest resistance training. **Methods:** This research is a case report of a 32-year-old male, 177 cm; 86 kg; 16.2% of body fat and with basal metabolism evaluated at 2250 kcal/day. The volunteer had previous experience of 4 years and high relative strength. Caloric expenditure and substrate oxidation rate during intervention and energy expenditure after intervention were evaluated. **Results:** The results revealed that caloric expenditure increased 6-fold compared to rest (1.57 kcal/min at rest to 11.42 kcal/min in exercise), generating a total caloric expenditure of 525.65 kcal. A carbohydrate oxidation rate of 3.75 g/min during exercise and 2.65 g/min during EPOC was observed. Regarding fat, the oxidation rate was 0.20 g/min, generating a total consumption of 16.1 grams during slow EPOC component. **Conclusion:** The high intensity short rest resistance training provided high caloric expenditure in a short time and can be used by volunteer as a strategy to optimize energy expenditure when there is time limitation for practice of training session.

**Key word:** Indirect calorimetry. Oxygen consumption. Exercise.

3 - Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Treinar em alta intensidade tem sido amplamente utilizado como uma alternativa ao treinamento de endurance tradicional para a melhora da aptidão aeróbia e melhora da composição corporal.

O curto intervalo de descanso, proporciona aos protocolos de treinamento de alta intensidade, praticidade para muitos indivíduos em decorrência ao compromisso de tempo mínimo exigido, quando comparado ao treinamento de força tradicional (Tremblay e colaboradores, 1994; Trilk e colaboradores, 2011).

Recentemente, uma variedade de protocolos de treinamento de força de alta intensidade tem se tornado popular e apresenta como característica a incorporação de exercícios multi-articulares em suas sessões.

Os mecanismos pelos quais o treinamento de força de alta intensidade potencializa o gasto calórico e contribui para mudança na composição corporal não estão totalmente esclarecidos e com resultados contraditórios entre os estudos.

No entanto, sabe-se que o excesso de peso corporal ou a manutenção dele é um resultado do desequilíbrio energético durante um período prolongado e que pode ser alterada pela diminuição da ingestão calórica e/ou aumento do gasto energético.

O gasto energético total é em grande parte composto da taxa metabólica de repouso e os gastos relacionados com o exercício (Bahr, 1992).

De acordo com posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) as estratégias e intervenções apropriadas para perda de peso e prevenção da recuperação do peso, enfatizam restrição nutricional e exercício aeróbio.

As evidências sobre o papel do treinamento de força sobre o gasto calórico e consequentemente no controle do peso corporal, eram insuficientes, embora, afirmam que esse tipo de exercício pode aumentar a massa muscular, aumentando por sua vez o gasto energético em 24 horas (Donnelly e colaboradores, 2009).

O gasto de energia baseia-se na oxidação de substrato, que é diferente para período de exercício e de recuperação pós exercício.

A utilização do substrato também tem o potencial de afetar o consumo de oxigênio. A

“troca” do substrato na recuperação pós exercício de hidrato de carbono para gordura, pode ser responsável por 10% a 15% do excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (Bahr, 1992).

Pesquisas mostram aumento no gasto calórico durante e após uma sessão de treinamento de força, embora a contribuição total deste tipo de exercício para o gasto calórico diário parece mais relacionada à sua influência durante o exercício em si (Melanson e colaboradores, 2002; Poehlman e colaboradores, 2002).

Outro fator que se tem dado importância na literatura e na aplicação do treino de força para o aumento do gasto energético é o chamado EPOC (do inglês excess post-exercise oxygen consumption).

Após o exercício, o consumo de oxigênio permanece superior aos níveis de repouso por um determinado período, oportunizando maior gasto energético durante tal período.

Embora sua existência seja bem estabelecida, sua magnitude, duração e bases metabólicas induzidas por um treinamento com alta intensidade e volume, precisam ainda ser melhor compreendidas.

Com base na literatura científica atual, tem sido relatado que o gasto calórico parece ser mais dependente do volume de treinamento do que da intensidade dele, entretanto, até onde conhecemos, não há evidências sobre a interferência do alto número de séries associado a alta intensidade sobre gasto calórico.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o gasto calórico, EPOC e taxa de oxidação de substratos induzidos por um protocolo de treinamento de força de alta intensidade e curto intervalo de descanso.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Esta pesquisa é um estudo de caso singular, de um praticante de exercício de força do sexo masculino, com 32 anos de idade, 177 cm de estatura; 86 quilos; 16,2% de gordura e com metabolismo basal avaliado em 2137 kcal/dia.

O voluntário apresentava experiência prévia ao exercício de 4 anos, com força relativa (1RM / peso corporal) de 1,27 para o exercício de supino reto, sendo classificado como nível de força “superior” (>1,12)

(Heyward, 1997). Inicialmente foi realizada uma reunião, sendo fornecidas informações sobre os objetivos e procedimentos adotados durante a pesquisa.

O voluntário foi informado sobre os riscos do estudo e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido relatando estar cientes dos riscos relacionados à participação na pesquisa e que, a qualquer momento, poderia deixar de participar do estudo sem a necessidade de apresentar uma justificativa aos pesquisadores.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Maranhão (parecer número: 2.639.316) e todos os procedimentos seguiram a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde de estudos com seres humanos.

### **Procedimentos Antropométricos**

Foram realizadas medidas da massa corporal, estatura e bioimpedância tetrapolar horizontal (Biodynamics®, modelo 450).

A massa corporal (kg) foi medida com o voluntário descalço utilizando-se uma balança digital (Filizola®) com precisão de 0,02 kg previamente calibrada.

A estatura (cm) foi medida utilizando-se um estadiômetro com precisão de 0,5 cm.

### **Protocolo de Exercício**

Depois de realizar o aquecimento padronizado, o voluntário iniciou o protocolo de alta intensidade e curto intervalo de descanso, já descrito na literatura por Heavens e colaboradores, (2014) intitulado pelos autores por "High Intensity, Short Rest" (HI/SR).

A primeira série do protocolo consistiu em 10 repetições de cada um dos 3 exercícios: agachamento, supino e levantamento terra, respectivamente com o método piramidal decrescente.

Cada série diminuía 1 repetição progressivamente, terminando com a série final com 1 repetição. A carga foi ajustada em 75% de uma contração voluntária máxima (1RM) para cada exercício. O teste de 1RM foi realizado 48 horas antes do protocolo seguindo procedimentos já estabelecidos na literatura (Kraemer e Fry, 1995).

Quando o voluntário não foi capaz de manter o número prescrito de repetições na carga dada, o peso foi reduzido em 5% de 1RM para a série seguinte. O voluntário foi

instruído a completar o número de séries e repetições o mais rápido possível, com um mínimo de descanso entre as séries e os exercícios.

Dois cronômetros foram iniciados tão logo o voluntário retirava a barra do rack de agachamento, começando o protocolo, e foram parados uma vez que o voluntário chegou à extensão completa do quadril na repetição final da última série no exercício levantamento terra.

### **Avaliação do Metabolismo Basal e do Gasto Calórico**

A taxa metabólica basal (TMB) foi avaliada de acordo com recomendações propostas por Compher e colaboradores (2006).

O voluntário foi orientado a não realizar exercícios físicos, não ingerir bebidas alcoólicas, refrigerantes e cafeína nas 48 horas que antecederam o teste, jejuar por 8 horas e instruídos a exercer um mínimo de esforço ao ir ao laboratório para o teste.

A última refeição do dia anterior ao teste, assim como a refeição pré protocolo, foi calculada por um nutricionista para garantir que o estado alimentar não interferisse nas curvas ventilatórias e uso de substrato durante o exercício.

Antes do teste, o participante descansou em um ambiente calmo por 20 minutos, e após, o  $VO_2$  em repouso foi avaliado durante 30 minutos com um pneumotacógrafo de baixo fluxo (2-30 L/min). A média dos dados obtidos nos últimos 10 minutos foram registrados como correspondente à TMB.

O consumo de oxigênio "breath-by-breath" ( $VO_2$ ) e a ventilação (VE) foram medidos usando o analisador de gases metabólicos VO2000 (Medical Graphics®, Saint Louis, EUA).

O analisador de gás foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. Todas as medições foram feitas em ambiente de temperatura controlada (20-22 ° C), umidade relativa entre 60 e 70% e pressão barométrica em torno de 760 mm Hg, exceto a sessão de exercício, que fora realizada em ambiente comum à prática da modalidade, priorizado assim, uma sessão mais próxima da realidade do voluntário estudado.

Após a chegada do voluntário, a máscara e o equipamento foram colocados após serem posicionados para realizar os

exercícios selecionados e antes de realizar o aquecimento padronizado. Os critérios para a avaliação da TMB foram reproduzidos para a avaliação do  $\text{VO}_2$  durante a sequência de exercícios e EPOC, incluindo a calibração do equipamento antes do protocolo e antes do componente lento do EPOC.

Subsequentemente, o voluntário realizou aquecimento prévio, e após mais 5 minutos, a sessão de exercício foi iniciada. O  $\text{VO}_2$  foi avaliado utilizando um pneumotacógrafo de fluxo médio (10-120 L/Min).

Ao finalizar a sequência das 10 séries, ainda com o pneumotacógrafo de fluxo médio, foram mensurados 5 minutos para registro da cinética do  $\text{VO}_2$  e quociente respiratório (QR) para estudo do componente rápido do EPOC.

Após esses 5 minutos, houve uma pausa de 5 minutos no registro dos dados para recalibração, mudança para pneumotacógrafo de baixo fluxo e deslocamento do voluntário para a sala controlada, com intuito de registro do componente lento do EPOC, totalizando 90 minutos.

O valor absoluto do  $\text{VO}_2$  de repouso, durante cada exercício, séries, transição entre um exercício e outro, além dos componentes rápido e lento do EPOC, foram medidos e utilizados para calcular o  $\text{VO}_2$  total. O total de  $\text{VO}_2$  para o determinado protocolo foi definido como o consumo total de oxigênio durante o desempenho e transição entre os exercícios.

O custo de energia do componente aeróbio para todos os momentos foi baseado em um equivalente calórico não proteico de  $[(3,9 \times \text{VO}_2 \text{ líquido}) + (1,1 \times \text{CO}_2 \text{ líquido})]$ .

## Análise do Lactato Sanguíneo de Repouso e durante o Exercício

A análise da concentração de lactato sanguíneo, em repouso, foi realizada por meio de perfuração do dedo indicador. O equipamento utilizado foi o Lactímetro Accutrend Plus (Roche® - Alemanha) e as fitas testes BM-Lactate (Roche® - Alemanha).

A coleta de repouso foi realizada com o voluntário na posição sentada antes do início do protocolo e no final da 5ª e da décima série do protocolo.

Para o custo de energia vindo do metabolismo anaeróbio durante exercício, foi usada a equação proposta por Magosso e colaboradores (2013).

Em contrapartida, para o cálculo de gramatura dos substratos, foi utilizada a equação proposta por Farinatti e colaboradores, (2016).

## RESULTADOS

Por se tratar de um estudo de caso, os resultados estão descritos em valores absolutos e relativos, gráficos e tabelas para revelar o gasto calórico expresso em quilocaloria (kcal) e oxidação de substrato para melhor visualização dos achados.

A taxa metabólica basal foi avaliada em 2137,97 kcal, sendo considerada válida em função do quociente respiratório 0,80 (Tabela 1.)

O volume de oxigênio em repouso avaliado foi de 0,31 L/min e produção de  $\text{CO}_2$  0,25 L/min.

**Tabela 1** - Resultado da análise de gases em repouso, durante o exercício e pós-exercício.

Variáveis	Valores
<b>TMB (Kcal/dia)</b>	2.137,97
$\text{VO}_2$ (L/min)	0,31
$\text{VCO}_2$ (L/min)	0,25
QR	0,80
<b>EXERCÍCIO</b>	
$\text{VO}_2$ (L/min)	2,25
$\text{VCO}_2$ (L/min)	2,40
QR	1,07
Gasto Calórico Total (Kcal, AERO)	321,52
Taxa de Gasto Calórico (Kcal/min)	11,42
CHO	
Taxa de Oxidação (g/min)	3,75
Consumo Total (g)	105,50
GOR	
Taxa de Oxidação (g/min)	0
Consumo Total (g)	0

## EPOC Rápido

VO <sub>2</sub> (L/min)	1,06
VCO <sub>2</sub> (L/min)	1,32
QR	1,25
Gasto Calórico Total (Kcal)	27,93
Taxa de Gasto Calórico (Kcal/min)	5,59
CHO	
Taxa de Oxidação (g/min)	2,63
Consumo Total (g)	13,16
GOR	
Taxa de Oxidação (g/min)	0
Consumo Total (g)	0

## EPOC Lento

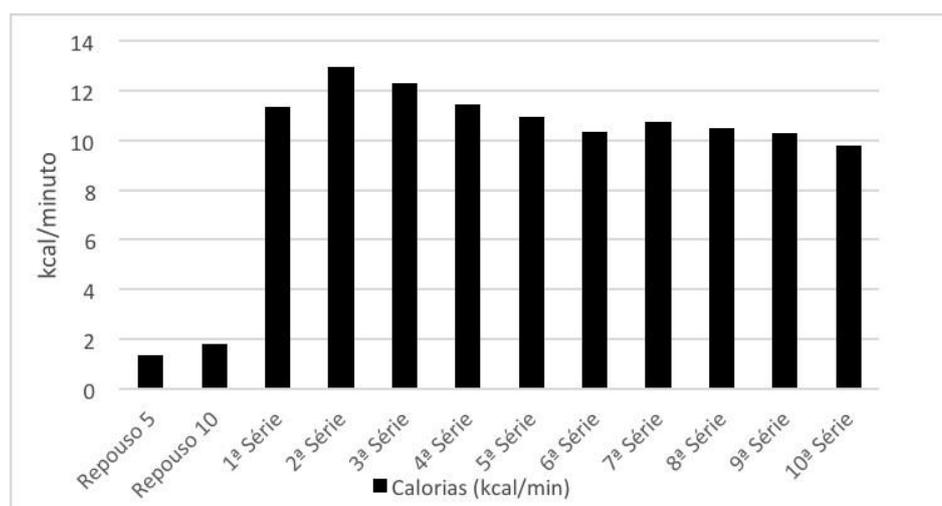
VO <sub>2</sub> (L/min)	0,42
VCO <sub>2</sub> (L/min)	0,3
QR	0,71
Gasto Calórico Total (Kcal)	157,44
Taxa de Gasto Calórico (Kcal/min)	1,97
CHO	
Taxa de Oxidação (g/min)	0,02
Consumo Total (g)	1,65
GOR	
Taxa de Oxidação (g/min)	0,20
Consumo Total (g)	16,13

**Gasto Energético Total (Kcal)** 525,65

**Legenda:** TMB: taxa metabólica basal; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; QR: quociente respiratório; CHO: carboidrato; GOR: gordura; AERO: metabolismo aeróbio.

Com relação ao gasto calórico, foi possível observar um aumento de 6 vezes o gasto calórico em repouso (1,57 kcal/min em repouso para 11,42 kcal/min em exercício), gerando um gasto calórico total de 525,65 kcal.

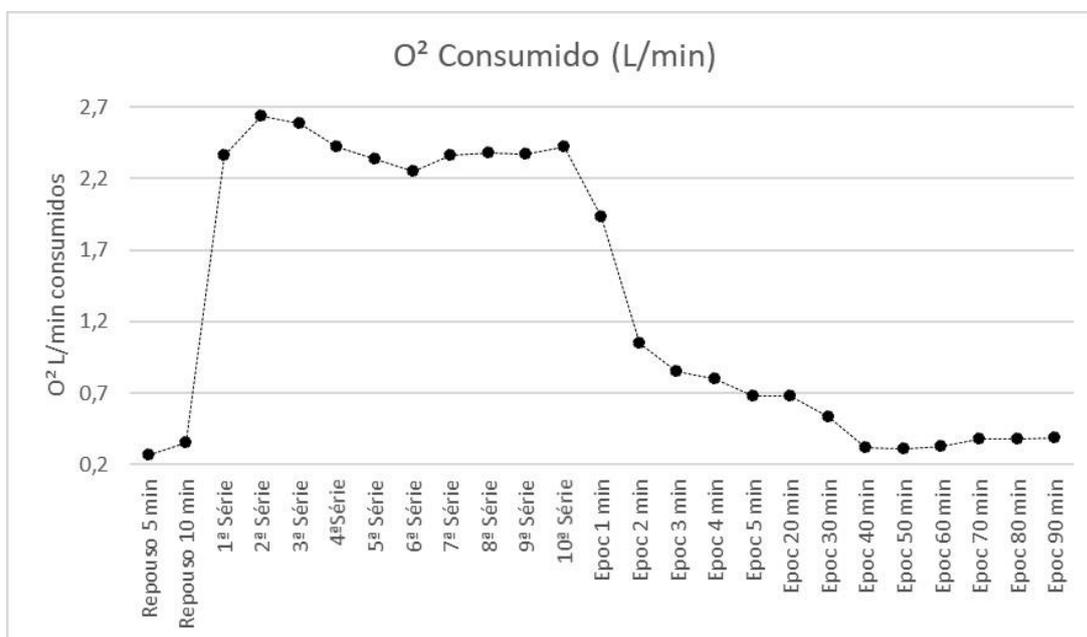
A Figura 1 revela o consumo calórico em repouso e ao longo das 10 séries, relativizado pelo tempo.



**Figura 1** - Consumo calórico em repouso e ao longo das 10 séries, relativizado pelo tempo (kcal/min).

A figura 2 mostra a cinética de oxigênio em repouso, exercício e EPOC (componentes rápido e lento).

No EPOC, o consumo de oxigênio ficou elevado até o minuto 30; após esse momento, igualou-se aos níveis basais.



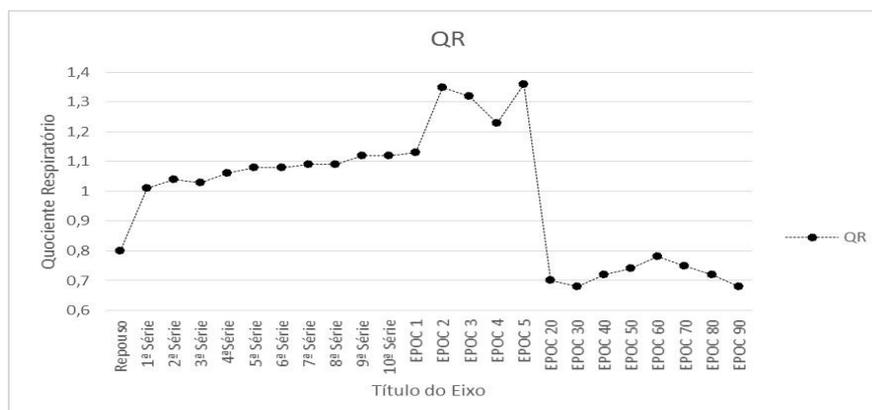
**Figura 2** - Cinética de oxigênio em repouso, ao longo das 10 séries e durante os 90 minutos de EPOC.

Com relação à taxa de oxidação dos substratos, os resultados revelam que a oxidação de carboidrato foi de 3,81 gramas por minuto de exercício e ele representou maior dispêndio energético quando comparado a gordura durante o exercício.

Já para o pós esforço, foi observada uma taxa de oxidação de carboidrato de 2,65 gramas por minuto de EPOC além de 0,20 grama de gordura por minuto, totalizando uma oxidação de 16,1 grama de gordura.

A figura 3 apresenta o comportamento do quociente respiratório em repouso, exercício e EPOC componentes rápido e lento. É possível observar o predomínio da oxidação de carboidrato desde a primeira série do protocolo até o início do componente lento do EPOC.

A partir de 20 minutos pós exercício, foi encontrada redução do QR em comparação ao repouso, sendo os valores, compatíveis com a oxidação de gordura (<0,80).



**Figura 3** - Comportamento do Quociente Respiratório (QR) em repouso, durante o exercício e os 90 minutos de EPOC.

**DISCUSSÃO**

O presente estudo, teve como objetivo avaliar o gasto calórico, EPOC e taxa de oxidação de substratos, induzidos por um protocolo de treinamento de força de alta intensidade e curto intervalo de descanso.

O elevado gasto calórico (525,65 kcal) encontrado em curto espaço de tempo (28 minutos de exercício), pode ser explicado primeiramente pela intensidade do treino (75% de 1RM) somando-se ao alto volume (10 séries), embora tenha evidência sugerindo que o maior volume de treino, pode não interferir no gasto calórico (Haddock e Wilkin, 2006).

Já com relação ao efeito da intensidade sobre o custo energético, estudo comparou baixa, moderada e alta intensidade.

Os grupos realizaram 3 séries em sete exercícios, com duração da sessão de 60 minutos. Os resultados mostraram que os 3 grupos apresentaram aumento do gasto calórico, porém o grupo de maior intensidade (80-85% de 1RM) destacou-se no custo energético (Fatouros e colaboradores, 2009).

É preciso salientar que o estudo anteriormente citado foi realizado com homens de 65 a 82 anos sedentários e com sobrepeso, já o presente estudo, com voluntário eutrófico e com experiência prévia no treino de força.

Nessa mesma perspectiva, pesquisadores estudaram o gasto calórico durante 2 séries de supino em 3 intensidades diferentes até a fadiga: 70, 80 e 90% de 1RM.

Os autores mostraram que quantidade de trabalho realizado a 90% de 1RM, requer maior gasto calórico que 70 e 80% de 1RM (Scott e colaboradores, 2011).

Similarmente, nossos resultados também apontam para um elevado gasto calórico em um curto espaço de tempo (aumento de 6 vezes em relação ao repouso), porém diferentemente ao estudo citado, realizamos um maior número de séries (10 versus 2).

Com relação ao aumento do consumo de oxigênio pós exercício, metabolicamente, um dos fatores, é o acúmulo de íons H<sup>+</sup> que são liberados a cada hidrólise de ATP para geração de energia.

No treinamento de força, as ações tamponantes necessárias e a hipóxia local induzida, fazem com que o organismo tenha que supercompensar a falta de oxigênio durante o exercício no pós-exercício, gerando assim o fenômeno do EPOC (Heavens e colaboradores, 2014).

Pesquisadores reportaram a duração do EPOC de uma sessão de treino de força com tempo similar ao presente estudo (duração de 27 minutos).

Os resultados revelaram que o consumo de oxigênio permaneceu significativamente elevado até 90 minutos após o término da sessão. Além disso, os autores mostraram que o EPOC foi estatisticamente mais alto nos primeiros 30 minutos de TF (19 litros) o que representou um gasto adicional de 95 kcal (Burleson e colaboradores, 1998).

Já no presente estudo, foi observado um comportamento similar, onde nos 30 primeiros minutos o consumo foi superior ao basal, se igualando ao mesmo apenas a partir dos 40 minutos.

Em contrapartida, observamos um gasto adicional de 185,37 kcal, ou seja, duas vezes maior em comparação ao estudo citado.

Com relação a utilização de substratos, o presente estudo, revelou uma taxa de oxidação de 3,81 g/min de carboidrato no final da última série, valor similar ao encontrado por outros estudiosos, que mostraram predomínio do uso do carboidrato durante o exercício (Farinatti e colaboradores, 2016).

O valor de oxidação encontrado pelos autores após a quarta série, foi de 3,64g/min para exercício de perna. Vale ressaltar que em nosso protocolo foram utilizados 2 exercícios para membros inferiores.

No momento pós exercício, encontramos predomínio da oxidação de carboidrato até 5 minutos pós treino. Esses achados se diferem do estudo anterior, que encontrou predomínio do carboidrato por até 15 minutos após o término da sessão, porém no presente estudo o volume de treino foi maior.

Em relação a gordura, nosso estudou, mostrou uma taxa de 0,2 g/min de oxidação durante o EPOC lento (através do QR não-proteico), representando um total de 16 gramas durante os 80 minutos pós exercício.

Pesquisas encontraram um total de 10,9 gramas de oxidação total no EPOC após 90 minutos para uma sessão de membros inferiores e de 8,4 g para uma sessão de membro superior, com taxas de oxidação variando de 0,093 g/min a 0,139 g/min e 0,082 g/min a 0,114 g/min, respectivamente (Farinatti, Castinheiras Neto e Amorim, 2016).

Essa diferença entre os achados pode ser explicada pelos protocolos distintos entre

os estudos. Nosso protocolo foi composto por 3 exercícios com 10 séries, enquanto o do estudo anterior avaliou apenas 1 exercício a uma intensidade de 15RM durante 5 séries.

Um dos pontos fortes deste estudo de caso, está relacionado à análise da variável principal (gasto calórico).

Utilizamos o padrão ouro da literatura para avaliação do gasto energético, determinado pelo consumo de oxigênio e razão de troca respiratória, além do gasto energético vindo do metabolismo anaeróbio, aumentando com isso a qualidade dos nossos achados. Outro ponto importante a ser salientado, está na escolha do voluntário.

Atualmente a grande maioria dos trabalhos que se destinam a explorar o gasto calórico, limitam-se à amostra iniciante ou classificadas como fisicamente ativas, exclusivamente pela frequência semanal e tempo de prática.

Acreditamos que esse critério não reflete realmente um praticante classificado como "treinado" em atividades que envolvem a força muscular.

Sendo assim fizemos a seleção com base na força relativa (1,12 - considerado nível de força excelente).

Este estudo não está livre de limitações. Primeiro, por se tratar de um estudo de caso, não é possível extrapolar esses achados para outros praticantes. Além disso, como nossa preocupação era gerar uma sessão de exercício mais próximo do ambiente real, pode ser que a temperatura tenha interferido nos mecanismos de termorregulação.

Outro ponto importante é a própria limitação do analisador de gases, por não ser um equipamento portátil, limitou as transições entre os exercícios estudados.

Nesse sentido, faz-se necessário, intervenções com o protocolo em futuras pesquisas clínicas com cálculo do tamanho amostral e ambiente com temperatura controlada, para confirmação desses achados.

## CONCLUSÃO

O protocolo de treinamento de força de alta intensidade e curto intervalo de descanso proporcionou alto gasto calórico em função do tempo da sessão, com alta demanda metabólica, e pode ser utilizado, ao menos pelo voluntário estudado, como estratégia para otimizar o gasto energético

quando há limitação de tempo para prática da atividade em questão.

## REFERÊNCIAS

1-Bahr, R. Excess postexercise oxygen consumption-magnitude, mechanisms, and practical implications. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*. Vol. 605. 1992. p. 1-70.

2-Burleson, M.A.; O'Bryant, H.S.; Stone, M.H.; Collins, M.A.; Triplet-McBride, T. Effect of weight training and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 4. 1998. p. 518-22.

3-Compher, C.; Frankenfield, D.; Keim, N.; Roth-Yousey, L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: A systematic review. *Journal of the American Dietetic Association*. Vol. 106. Num. 6 2006. p. 881-903.

4-Donnelly, J.E.; Blair, S.N.; Jakicic, J.M.; Manore, M.M.; Rankin, J.W.; Smith, B.K. American College of Sports Medicine Position Stand: Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 41. Num. 2. 2009. p. 459-71.

5-Farinatti, P.; Castinheiras Neto, A.G.; Amorim, P. Oxygen Consumption and Substrate Utilization During and After Resistance Exercises Performed with Different Muscle Mass. *International Journal of Exercise Science*. Vol. 9. Num. 1. 2016. p. 77-88.

6-Farinatti, P.; Simão, R.F.; Monteiro, W.D.; Fleck, S. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Num. 3. 2009. p. 1037-1044.

7-Fatouros, I.G.; Chatzinikolaou, A.; Tournis, S.; Nikolaidis, M.G.; Jamurtas, A.Z.; Douroudos, I.I.; Papassotiriou, I.; Thomakos, P.M.; Taxildaris, K.; Mastorakos, G.; Mitrakou, A. Intensity of resistance exercise determines adipokine and resting energy expenditure responses in overweight elderly individuals. *Diabetes Care*. Vol. 32. Num. 12. 2009. p. 2161-2167.

8-Haddock, B.L.; Wilkin, L.D. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 27. Num. 2. 2006. p. 143-148.

9-Heavens, K.R.; Szivak, T.K.; Hooper, D.R.; Dunn-Lewis, C.; Comstock, B.A.; Flanagan, S.D.; Looney, D.P.; Kupchak, B.R.; Maresh, C.M.; Volek, J.S.; Kraemer, W.J. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 28. Num. 4. 2014. p. 1041-1049.

10-Heyward, V.H. *Advanced Fitness assessment & exercise prescription*. 3. ed. Champaign: Human Kinetics. 1997. p. 121-141.

11-Kraemer, W. J.; Fry, A. C. Strength testing: Development and evaluation of methodology. In P. J. Maud.; C. Foster (Eds.). *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL. Human Kinetics. 1995. p. 115-138.

12-Magosso, R.F.; Silva Junior, A.J.; Neto, A.P.; Neto, J.C.; Baldissera, E.V. Energy Expenditure during Multiple Sets of Leg Press and Bench Press. *Journal of Exercise Physiology Online*. Vol. 16. Num. 5. 2013. p. 57-62.

13-Melanson, E.; Sharp, T.; Seagle, H.; Horton, T.; Donahoo, W.; Grunwald, G.; Hamilton, J.; Hill, J. Effect of exercise intensity on 24 h energy expenditure and nutrient oxidation. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 92. Num. 3. 2002. p. 1045-1052.

14-Poehlman, E.; Denino, W.; Beckett, T.; Kinaman, K.; Dionne, I.; Dvorak, R.; Ades, P. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Vol. 87. Num. 3. 2002. p. 1004-1009.

15-Scott, C.B.; Leary, M.P.; Tenbrack, A.J. Energy expenditure characteristics of weight lifting: 2 sets to fatigue. *Appl Physiol Nutr Metab*. Vol. 36. Num. 1. 2011. p. 115-120.

16-Tremblay, A.; Simoneau, J.A.; Bouchard, C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*:

*Clinical and Experimental*. Vol. 43. Num. 7. 1994. p. 814-818.

17-Trilk, J.L.; Singhal, A.; Bigelman, K.A.; Cureton, K.J. Effect of sprint interval training on circulatory function during exercise in sedentary, overweight/obese women. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 111. Num. 8. 2011. p. 1591-1597.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Maranhão, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão, ao Departamento de Educação Física-UFMA, ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física (UFMA) e seus respectivos grupos de estudos vinculados, Grupo de Pesquisa em Reabilitação, Exercício e Movimento (REMOVI) e Grupo de Pesquisa em Genética e Esportes (GENES).

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesses relativo ao presente artigo.

Autor correspondente:  
Christiano Bertoldo Urtado.  
Av. dos Portugueses, 1966.  
Vila Bacanga, São Luís-MA, Brasil.  
CEP: 65080-805.

E-mail dos autores:  
vitorcrossfit98@gmail.com  
matheusb.lisboa617@gmail.com  
raissamartins4@hotmail.com  
paulosoareslima@hotmail.com  
cveneroso@hotmail.com  
christiano.bertoldo@gmail.com

Recebido para publicação 27/12/2019  
Aceito em 29/04/2020