

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Diego Nascimento

TREINO COMBINADO: ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DO TREINO DE  
FORÇA SOBRE O DESEMPENHO AERÓBICO

Porto Alegre

2014

Diego Nascimento

TREINO COMBINADO: ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DO TREINO DE  
FORÇA SOBRE O DESEMPENHO AERÓBICO

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para a conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl  
Co-orientador: Matheus de Oliveira Conceição

Porto Alegre

2014

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**FICHA DE AVALIAÇÃO DE TCC II**

Diego Nascimento

TREINO COMBINADO: ANÁLISE DOS EFEITOS AGUDOS DO TREINO DE  
FORÇA SOBRE O DESEMPENHO AERÓBICO

( ) Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

( ) Avaliador: .....

Data: .....

Hora: .....

**AVALIAÇÃO DO TRABALHO ESCRITO**

Itens	Máximo	Nota
1. Apresentação do tema (título, objetivos, justificativas)	1,0	
2. Revisão de literatura	2,5	
3. Materiais e Métodos	2,0	
4. Apresentação e discussão dos resultados	2,5	
5. Conclusão	1,0	
6. Normas da ABNT	1,0	
<b>Nota Final do Trabalho Escrito</b>		

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2010

Assinatura \_\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO**

Itens	Máximo	Nota
1. Apresentação dos objetivos, da metodologia, dos resultados e conclusão	2,0	
2. Domínio do conteúdo	3,0	
3. Adequação do material audiovisual	1,0	
4. Adequação ao tempo disponível (15 min)	1,0	
5. Desempenho na argüição	3,0	
<b>Nota Final da Apresentação Oral</b>		

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2010

Assinatura \_\_\_\_\_

Responsável COMGRAD/EFI \_\_\_\_\_

(assinar somente após nota final)

(assinatura e carimbo)

## RESUMO

O treinamento combinado é um método que vem sendo amplamente utilizado por corredores recreacionais visando maiores ganhos neuromusculares e na capacidade aeróbica. O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da realização de diferentes tipos de treino de força sobre variáveis aeróbicas durante uma subsequente corrida em esteira. Nove homens fisicamente ativos foram submetidos a dois testes máximos: (1) incremental em esteira e (2) teste de 1RM (uma repetição máxima) no exercício agachamento. Após, três protocolos de treino foram realizados em dias distintos: (1) Aeróbico (corrida em esteira, até a exaustão, com velocidade correspondente ao 2º limiar ventilatório), (2) treino de força com objetivo de hipertrofia, composto por 6 séries de 8 repetições com carga relativa a 75% de 1RM, no exercício agachamento, seguido do protocolo Aeróbico (TFH), e (3) treino de força com objetivo de potência, composto por 6 séries de 8 repetições do salto com contramovimento, seguido do protocolo Aeróbico (TFP). O teste de ANOVA para medidas repetidas e o teste de Bonferroni foram utilizados para a realização da análise estatística. Foi adotado o nível de significância de  $\alpha = 0,05$ . Os dados foram analisados no pacote estatístico SPSS versão 15.0. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca entre os diferentes protocolos. Para o tempo de exaustão, não foram observadas diferenças significativas entre o protocolo Aeróbico ( $2023 \pm 624s$ ) e o TFP ( $1450 \pm 645s$ ), no entanto essa variável foi significativamente maior no protocolo Aeróbico quando comparado ao TFH ( $1203 \pm 628s$ ). Os resultados do presente estudo sugerem que a realização prévia do treino de força (hipertrofia ou potência) não influencia o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca durante o treino aeróbico subsequente, mas o treino de força para hipertrofia prejudica o desempenho aeróbico.

**Palavras-chave:** treinamento combinado, desempenho aeróbico, efeito agudo.

## ABSTRACT

Concurrent training is a training method widely used by recreational runners intending neuromuscular and aerobic capacity gains. The aim of the present study was to analyze the effects of strength training on performance and aerobic variables. Nine physically active young men were submitted to two maximal tests: (1) incremental test in a treadmill and (2) one maximal repetition (1RM) in a squat exercise. After that, in different sessions, three protocols were performed: (1) Aerobic protocol (maximal running in a treadmill at a velocity corresponding to the second ventilatory threshold), (2) hypertrophic strength training composed by six sets of eight repetitions at 75% of 1 RM, at squat exercise, followed by the Aerobic protocol (HST), and (3) pliometric strength training composed by six sets of eight repetitions of the countermovement jump, with no loads additional to the body weight, followed by the Aerobic protocol (PST). During the aerobic training in all protocols, cardiac frequency, oxygen uptake and exhaustion time were analyzed. Statistical analyses were performed using ANOVA for repeated measures and Bonferroni's test. Level of significance adopted was  $\alpha = 0,05$ . Comparing protocols, there were no statistical differences for cardiac frequency and oxygen uptake during the aerobic training. However, exhaustion time was significantly smaller at HST ( $1203 \pm 628s$ ) than at PST ( $1450 \pm 645s$ ) and Aerobic protocol ( $2023 \pm 624s$ ). Our results suggest that the strength training performed before the aerobic training doesn't influence cardiac frequency and oxygen uptake, but may prejudice aerobic performance assessed by exhaustion time.

**Key-words:** concurrent training, aerobic performance, acute effect.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 TREINAMENTO COMBINADO E SEUS EFEITOS CRÔNICOS SOBRE VARIÁVEIS AERÓBICAS E DESEMPENHO AERÓBICO .....	15
2.2 TREINAMENTO COMBINADO E SEUS EFEITOS AGUDOS SOBRE VARIÁVEIS AERÓBICAS E DESEMPENHO AERÓBICO .....	19
2.2.1 Treino aeróbico precedido de treino de força .....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
3.1 AMOSTRA .....	25
3.2 VARIÁVEIS .....	25
3.2.1 Dependentes .....	25
3.2.2. Independentes .....	26
3.2.3. Controle .....	26
3.2.4. Intervenientes .....	26
3.3. COLETA DE DADOS .....	26
3.3.1. Antropometria e Composição corporal .....	27
3.3.2. Consumo máximo de oxigênio e limiares ventilatórios .....	27
3.3.3. Teste de força dinâmica máxima .....	28
3.3.4 Percepção de esforço (PE) .....	28
3.4. PROTOCOLOS .....	29
3.4.1. Protocolo aeróbico .....	29
3.4.2. Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de hipertrofia seguido do protocolo aeróbico (TFH) .....	29
3.4.3. Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de potência seguido do protocolo aeróbico (TFP) .....	30
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	30
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>

<b>7 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%	percentual
% 1RM	percentual de uma repetição máxima
°	graus
cc/min	centímetros cúbicos por minutos
cm	centímetros
DP	desvio padrão
EPOC	consumo de oxigênio pós exercício
FC	frequência cardíaca
FC <sub>máx</sub>	frequência cardíaca máxima
g	gramas
Kg	quilogramas
LV2	segundo limiar ventilatório
m	metros
mm	milímetros
PE	percepção de esforço
RER	coeficiente de troca respiratória
1RM	uma repetição máxima
8RM	oito repetições máximas
s	segundos
TE	tempo de exaustão
TFH	Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de hipertrofia seguido do protocolo aeróbico
TFP	Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de potência seguido do protocolo aeróbico
T <sub>lim</sub>	tempo máximo suportado na vVO <sub>2máx</sub>
VCO <sub>2</sub>	produção de gás carbônico
VE	ventilação
VO <sub>2</sub>	consumo de oxigênio
VO <sub>2máx</sub>	consumo máximo de oxigênio
vVO <sub>2máx</sub>	menor velocidade durante o consumo máximo de oxigênio



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Constantes de estimativa de 1RM .....	28
----------	---------------------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Adaptação da escala de Borg .....	29
----------	-----------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores em média $\pm$ DP da caracterização da amostra .....	25
Tabela 2	Valores em média $\pm$ DP das variáveis aeróbicas .....	31
Tabela 3	Valores em média $\pm$ DP dos índices de percepção de esforço .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

À realização dos treinos de força e aeróbico em uma sessão de treino, ou em um mesmo microciclo, dá-se o nome de treinamento combinado (LEVERRIT *et al.*, 1999; CHTARA *et al.*, 2005; DE SOUZA *et al.*, 2011). Essa combinação gera ganhos simultâneos nas capacidades aeróbica e neuromuscular (BELL *et al.*, 2000).

Nesse sentido, atletas profissionais podem utilizar esse método de treinamento com o intuito de melhorar seus níveis de preparo físico e desempenho (VUORIMAA *et al.*, 2006; EASTHOPE *et al.*, 2010). Além disso, ciclistas amadores (RONNESTAD *et al.*, 2011) e corredores recreacionais (TAIPALE *et al.*, 2013) também se beneficiam com o mesmo. Ainda, no âmbito da saúde, o treinamento combinado se mostra benéfico para adultos (DE SOUZA *et al.*, 2011) e idosos (CADORE *et al.*, 2010).

Algumas pesquisas mostram que o treinamento combinado pode levar a uma redução nos ganhos de força quando comparado ao treino de força realizado isoladamente (HICKSON, 1980; BELL *et al.*, 2000). Esse prejuízo no ganho de força recebe o nome de “efeito de interferência” e é amplamente abordado na literatura (HICKSON, 1980; RADDI *et al.*, 2008). Em contrapartida, o treinamento combinado produz alterações em variáveis aeróbicas, como o consumo de oxigênio, de forma semelhante à realização apenas do treinamento aeróbico (HICKSON, 1980; MILLET *et al.*, 2002), no entanto há estudos mostrando que a capacidade aeróbica pode ser afetada (NELSON *et al.*, 1990; CHTARA *et al.*, 2005).

Nessa perspectiva, alguns estudos vêm sendo realizados para investigar os efeitos do treinamento combinado na capacidade aeróbica. Em estudo longitudinal, Chtara *et al.* (2005) avaliaram os efeitos da ordem do treinamento combinado sobre variáveis aeróbicas. Foi observado que o grupo de indivíduos que realizou treino aeróbico antes do treino de força apresentou maiores ganhos no  $VO_{2máx}$ , no tempo de exaustão em corrida de 4 Km e no percentual do  $VO_{2máx}$  no 2º limiar ventilatório, quando comparado ao grupo que treinou na ordem inversa e ao grupo que realizou somente o treinamento aeróbico.

Assim, com o intuito de entender melhor os efeitos crônicos do treinamento combinado sobre a capacidade aeróbica, alguns pesquisadores investigaram esses efeitos de forma aguda, e encontraram influência do treino de força sobre o posterior treino aeróbico, como um maior consumo de oxigênio durante o treino

aeróbico, comparado com a condição que realizou apenas o treino aeróbico (KANG *et al.*, 2009; GOTO *et al.*, 2007). Contudo, Alves *et al.* (2012) divergem desses achados, pois não observaram alterações no consumo de oxigênio durante treino aeróbico realizado em diferentes ordens de execução do treino combinado. Esses diferentes achados parecem estar relacionados ao volume do treino de força que precede o treino aeróbico, e ainda cabe ressaltar que esses estudos analisaram apenas o comportamento fisiológico durante o treino aeróbico realizado em uma sessão de treino combinado, não fazendo alusão ao desempenho aeróbico. Além disso, essas investigações transversais têm sido realizadas apenas com exercício aeróbico realizado em cicloergômetro e somente com treinos de força voltados para hipertrofia muscular.

Nesse sentido, De Souza *et al.* (2011) avaliaram os efeitos de treinos de força de resistência e de força máxima sobre variáveis aeróbicas em corrida em esteira, mas não fazem referência a parâmetros de desempenho, como tempo de exaustão ou distância percorrida. Ainda, nos protocolos avaliados, De Souza *et al.* (2011) não investigaram os efeitos do treino de força rápida, um método de treino muito utilizado para melhorar o desempenho na corrida (PAAVOLAINEN *et al.*, 1999).

Sendo assim, surge o seguinte problema: diferentes tipos de treino de força (hipertrofia ou potência) realizados anteriormente ao treino aeróbico (corrida em esteira) podem afetar o desempenho durante esse treino aeróbico?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

- Analisar os efeitos da realização prévia de diferentes tipos de treino de força (hipertrofia ou potência) sobre o desempenho aeróbico em corrida (de alta intensidade) na esteira, durante uma sessão de treino combinado.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Observar o efeito de uma sessão de treino de força com objetivo de hipertrofia no tempo total de exaustão (TE), na frequência cardíaca (FC)

média, no consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e na percepção de esforço (PE) durante exercício realizado em esteira.

- Observar o efeito de uma sessão de treino de força com objetivo de ganho de potência (treino pliométrico) no TE, na FC média no  $VO_2$  e na PE durante exercício realizado em esteira.
- Comparar o TE, a FC média, o  $VO_2$  e a PE entre os protocolos de treino (dois protocolos de treino combinado e um protocolo de treino aeróbico realizado isoladamente).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O treinamento combinado pode ser caracterizado como um método de treinamento físico que combina a prática de exercícios de força e aeróbicos em uma mesma sessão, ou em um mesmo microciclo de treino (LEVERRIT *et al.*, 1999; CHTARA *et al.*, 2005). Esse tipo de treinamento é realizado tanto no âmbito do alto rendimento esportivo (EASTHOPE *et al.*, 2010; TAIPALE *et al.*, 2013), como no da saúde (DE SOUZA *et al.*, 2011), pois proporciona adaptações positivas no ganho de força (HICKSON, 1980), além de melhoras na capacidade cardiorrespiratória (BELL *et al.*, 2000).

Nesse sentido, os efeitos agudos e crônicos do treinamento combinado vêm sendo amplamente estudados em diferentes protocolos de treino (DOCHERTY e SPORER, 2000). A literatura tem demonstrado que, quando os treinamentos de força e aeróbico são realizados simultaneamente, pode haver comprometimento dos ganhos de força (HICKSON, 1980; RONNESTAD *et al.*, 2012) enquanto que a melhora da capacidade aeróbia não é afetada. No entanto, algumas pesquisas longitudinais mostram que o treinamento combinado pode causar interferência na capacidade aeróbica quando o treinamento de força precede o treinamento aeróbio (CHTARA *et al.*, 2005). Além disso, investigações transversais também mostram que o desempenho aeróbico pode ser prejudicado quando se realiza o treinamento de força antes do treinamento aeróbio (CONCEIÇÃO, 2012).

### 2.1 TREINAMENTO COMBINADO E SEUS EFEITOS CRÔNICOS SOBRE VARIÁVEIS AERÓBICAS E DESEMPENHO AERÓBICO.

Visto que o método mais comum de avaliar a capacidade aeróbica é mensurando o consumo de oxigênio (DOCHERTY e SPORER, 2000), um grande número de pesquisas avalia os efeitos do treinamento combinado sobre essa variável. Estudos longitudinais mostram que em indivíduos destreinados o treinamento combinado gera alterações no consumo de oxigênio (BELL *et al.*, 2000; CHTARA *et al.*, 2005), enquanto que em atletas não são observadas modificações no comportamento dessa variável (PAAVOLAINEN *et al.*, 1999; MILLET *et al.*, 2002). Além disso, outras pesquisas investigaram os efeitos do treinamento

combinado, no entanto, sobre o desempenho aeróbico. Essa análise pode ser realizada pela mensuração dos tempos de corrida em distâncias fixas (CHTARA *et al.*, 2005; PAAVOLAINEN *et al.*, 1999).

Dessa forma, para verificar os efeitos crônicos do treinamento combinado sobre o consumo de oxigênio e sobre a capacidade de produção de força, DUDLEY e DJAMIL (1985) separaram 22 sujeitos destreinados em 3 grupos: grupo força, grupo aeróbico e o grupo que realizou treinamento combinado em dias alternados. Os indivíduos foram avaliados antes e após o período de treinamento, que teve sete semanas de duração. Os resultados mostram que o grupo que realizou treinamento combinado apresentou menores ganhos de força, quando comparado ao grupo que treinou somente força, e melhoras estatisticamente significativas no consumo de oxigênio, as quais foram semelhantes ao grupo que realizou o treino aeróbico isoladamente. De acordo com os autores, o treinamento combinado não compromete o desenvolvimento da potência aeróbica (proporcionando os mesmos ganhos que o treinamento aeróbico isolado). Além disso, o treinamento combinado foi realizado em dias alternados, contribuindo para uma melhor recuperação dos treinamentos de força e aeróbio.

Ainda no sentido de analisar os efeitos fisiológicos do treinamento combinado sobre a capacidade aeróbica, além de investigar a influência do mesmo sobre propriedades músculo-esqueléticas, concentrações hormonais e a capacidade de produção de força, Bell *et al.* (2000) avaliaram 45 jovens, homens e mulheres destreinados. Os sujeitos foram separados em 4 grupos: grupo força (GF), grupo aeróbio (GA), grupo de treino combinado (GC) e grupo controle (GCON). À exceção dos sujeitos do GCON, os indivíduos realizaram 12 semanas de treinamento, sendo que os grupos GF e GA treinaram 3 vezes por semana, enquanto o grupo GC treinou 6 vezes por semana (3 dias de treino de força e outros 3 de treino aeróbico, alternadamente). Antes do início dos treinos, 6 semanas após, e ao final das 12 semanas, foram realizados testes fisiológicos, coletas de sangue e urina, e biópsias do músculo vasto lateral, em todos os grupos (exceto o GCON, que só foi avaliado no período inicial e ao final de 12 semanas). Os resultados mostram que os grupos GA e GC aumentaram significativamente o  $VO_{2máx}$ . Os grupos GF, GA e GC apresentaram aumento na capilarização das fibras musculares após 12 semanas. Os autores concluem que o treinamento combinado provoca maiores melhoras na



vascularização tecidual e nas enzimas oxidativas quando comparado ao treinamento aeróbico e de força realizados isoladamente.

Outra pesquisa visando investigar as influências ocorridas na capacidade aeróbica em consequência de um programa de treinamento combinado avaliou 14 homens não treinados, os quais foram divididos em três grupos (NELSON *et al.*, 1990). Um grupo realizou treinamento aeróbico em cicloergômetro (GA), outro treinou força em um aparelho isocinético (GF) e o terceiro realizou a combinação dos dois modelos, sendo que o treino de força precedeu o aeróbico (GC). O programa de treinamento durou 20 semanas, com 4 sessões de treino semanais. Os indivíduos foram avaliados antes do período de treino, na metade e no final do mesmo. Os resultados revelaram que os grupos que obtiveram ganhos significativos na força foram o GF e o GC, e que os grupos GA e GC apresentaram aumentos significativos no  $VO_{2máx}$  até a 11ª semana, mas somente o grupo GA mostrou ganhos significativos para essa variável na segunda metade do estudo. Interessantemente, os pesquisadores concluem que o treinamento combinado realizado na ordem em que o treino de força precede o aeróbico pode inibir as adaptações que ocorreriam decorrentes do treinamento aeróbico ou de força, caso fossem realizados separadamente.

Nesse contexto, o estudo de Chtara *et al.* (2005), que teve como objetivo examinar os efeitos do treinamento combinado sobre o desempenho aeróbico e determinar se a ordem do treino produz alterações na capacidade aeróbica, corrobora o publicado por NELSON *et al.* (1990). Chtara *et al.* (2005) dividiram 48 estudantes destreinados em 5 grupos homogêneos: GA (grupo que realizou treino aeróbico), GF (grupo que realizou treino de força), GCAF (grupo que realizou treino aeróbico seguido de força), GCFA (grupo que realizou treino de força seguido de aeróbico) e GCON (grupo controle). Os sujeitos realizaram testes antes e após o período de treinamento, o qual durou 12 semanas. Os resultados mostram que, exceto o GCON, após o período de treino, todos os grupos apresentaram melhoras no desempenho de corrida de 4Km, com destaque para o GCAF que foi significativamente melhor (8,57%). Quanto às outras variáveis analisadas, a  $vVO_{2máx}$  aumentou 1,61%, 8,17%, 8,35% e 10,38% nos grupos GF, GCFA, GA, GCAF, respectivamente. Além disso, houve melhoras no  $VO_{2máx}$  de 6,45%, 10,13%, 11,01% e 13,71%, no tempo de exaustão de 11,28%, 20,8%, 21,13% e 28,22%, e no 2º limiar ventilatório (quando expresso em % de  $VO_{2máx}$ ) de 2,26%, 4,75%, 4,77% e

6,96%, respectivamente nos grupos GF, GCFA, GA, GCAF. Em todas as variáveis, quando comparado aos demais grupos, o GAF apresentou maiores incrementos. Os autores confirmaram que o treinamento combinado melhora a capacidade e o desempenho aeróbico, e concluem que as melhoras são maiores quando o treino aeróbico precede o treino de força em uma mesma sessão de treino.

Também foram encontrados na literatura estudos que analisaram os efeitos crônicos do treinamento combinado sobre variáveis fisiológicas e sobre o desempenho aeróbico em atletas. Millet *et al.* (2002) tiveram como objetivo avaliar a influência do treinamento de força máxima combinado ao treinamento aeróbico sobre a economia de corrida e o consumo de oxigênio, em triatletas. Foram separados 15 sujeitos em dois grupos, um que realizou somente treinamento aeróbico (GA) durante 14 semanas, e outro (GC) que realizou o mesmo treinamento aeróbico associado a duas sessões de treino de força máxima por semana durante o mesmo período. Antes e após o período de treinamento foram realizados teste incremental de corrida em pista, corrida de 3000m com velocidade constante e testes de força máxima e explosiva. Os resultados mostraram que durante o período de treinamento, somente o grupo GC apresentou aumento significativo na velocidade associada ao  $VO_{2máx}$  e foi o grupo com maior melhora na economia de corrida. Os grupos avaliados não demonstraram diferenças no  $VO_{2máx}$ , na porcentagem de  $VO_{2máx}$  no segundo limiar ventilatório,  $FC_{máx}$  e percepção de esforço, quando comparados os períodos pré e pós-treino. Quanto à produção de força, antes do período de treino não havia diferenças entre os grupos, porém após 14 semanas o GC apresentou melhoras significativas na força máxima, e não mostrou mudanças na potência de salto, enquanto o GA não apresentou mudanças na força máxima e diminuiu a potência de salto. Os autores concluem que o treino de força máxima associado ao treino aeróbico gera influências positivas no desempenho e na economia de corrida de triatletas, sendo recomendada a adoção desse método de treino para tal população.

Outro estudo que se propôs a analisar os efeitos do treinamento combinado em atletas foi o de Paavolainen *et al.* (1999). Com o objetivo de investigar os efeitos do treinamento de força explosiva adicionado ao programa de treinamento de corrida em atletas bem treinados, os autores avaliaram dezoito sujeitos que foram separados em dois grupos: grupo experimental (GC), com dez indivíduos, e grupo controle (GCON), com oito. O volume correspondente à prática de força explosiva foi

de 32% e 3% do tempo de cada sessão, no grupo GC e no GCON, respectivamente. Após 9 semanas de treinamento, os pesquisadores verificaram que o grupo GC apresentou melhoras significativas no tempo de corrida de 5 Km em pista, na economia de corrida, na velocidade máxima do teste anaeróbico em esteira, na velocidade máxima da corrida de 20 metros e no teste de 5 saltos, enquanto que o GCON não apresentou alterações nas variáveis citadas, exceto na velocidade máxima da corrida de 20 metros e no teste de 5 saltos, nos quais os resultados pioraram. Além disso, o grupo GC não sofreu alterações no  $VO_{2máx}$ , enquanto o GCON apresentou melhora nessa variável. Os autores concluem seu estudo afirmando que a combinação dos dois tipos de treino não inibiu totalmente as melhoras neuromusculares, responsáveis pelas melhoras encontradas.

A partir da presente revisão, pode-se observar que o treinamento combinado produz modificações positivas da capacidade aeróbica. Os resultados encontrados na literatura indicam que indivíduos destreinados apresentaram grandes melhoras do consumo de oxigênio (DUDLEY e DJAMIL, 1985; BELL *et al.*, 2000; CHTARA *et al.*, 2005; NELSON, 1990). Ainda, há estudos mostrando que a ordem de realização dos treinos aeróbicos e de força pode influenciar nos ganhos aeróbicos (CHTARA *et al.*, 2005). Por outro lado, em atletas, o  $VO_{2máx}$  não é alterado significativamente pelo treinamento combinado, visto que esses indivíduos possuem a capacidade aeróbica bem desenvolvida e uma pequena janela de treinamento; em contrapartida, outras variáveis, como o desempenho aeróbico (avaliado através do tempo de corrida e economia de corrida) são alteradas de forma positiva (Millet *et al.* 2002; Paavolainen *et al.*, 1999). Os treinos de força realizados durante o treinamento combinado justificam as melhoras na economia de corrida, pois produzem ganhos de força e de potência muscular, fazendo com que, durante a corrida, os indivíduos recrutem menos fibras musculares e, conseqüentemente, tenham um menor consumo de oxigênio (CADORE *et al.*, 2010).

## 2.2 TREINAMENTO COMBINADO E SEUS EFEITOS AGUDOS SOBRE VARIÁVEIS AERÓBICAS E DESEMPENHO AERÓBICO.

Os efeitos agudos do treino aeróbico sobre variáveis de força estão bem estabelecidos (LEVERRIT *et al.*, 2000; DE SOUZA *et al.*, 2007; GIRRARD *et al.*, 2012), e uma revisão sobre essa temática pode ser encontrada na literatura. Em

contrapartida, estudos vêm investigando os efeitos do treino de força sobre variáveis aeróbicas e metabólicas, como o consumo de oxigênio, frequência cardíaca e metabolismo de lipídeos, durante um treino aeróbico subsequente (KANG *et al.*, 2009; GOTO *et al.*, 2007). Todavia, são escassas as pesquisas, como a de Conceição (2012), realizadas com a finalidade de analisar o desempenho do treino aeróbico precedido do de força.

### 2.2.1 Treino aeróbico precedido de treino de força.

Alguns estudos propõem-se a investigar os efeitos agudos do treino de força sobre variáveis aeróbicas. Nesse contexto, o estudo realizado por Goto *et al.* (2007) teve por objetivo avaliar os efeitos do exercício de força no metabolismo de gordura durante um exercício aeróbico submáximo subsequente (pedalada em cicloergômetro, durante 60 minutos, a uma intensidade de 50% do  $VO_{2máx}$ ). Dez homens destreinados participaram de três protocolos: treino aeróbico isolado (A), treino de força seguido de aeróbico com 20 minutos de intervalo entre eles (F+A 20) e treino de força seguido de aeróbico com 120 minutos de intervalo entre eles (F+A 120). As sessões de treino de força foram compostas por seis exercícios, realizados em 3 a 4 séries de 10 repetições máximas. De acordo com os resultados, houve maior disponibilidade de gordura durante o treino aeróbico quando o treino de força prévio esteve presente, e a maior oxidação da gordura foi observada no protocolo com menor tempo de intervalo. Além disso, o protocolo de treino combinado com 20 minutos de intervalo entre o treino de força e o aeróbico levou a um maior consumo de oxigênio nos primeiros 15 minutos de treino aeróbico do que a condição com 120 minutos de repouso entre os treinos, e os valores médios da frequência cardíaca foram maiores nos protocolos de treino combinado do que no protocolo aeróbico isolado. Os autores não observaram diferenças significativas para a percepção de esforço entre os protocolos.

Ainda no sentido de estudar variáveis aeróbicas em diferentes sessões de treinamento combinado, Kang *et al.* (2009) verificaram o efeito de dois diferentes protocolos de treino de força (um de baixa e outro de alta intensidade) no gasto energético e utilização de substratos durante um exercício aeróbico subsequente. Para isso, analisaram 32 indivíduos destreinados (11 homens e 21 mulheres). Cada

sujeito realizou três protocolos: 20 minutos de pedalada em cicloergômetro a 50% do  $VO_{2\text{pico}}$  (protocolo Controle), treino de força de alta intensidade (3 séries de 8 repetições com carga relativa a 90% de 8RM) mais 20 minutos em cicloergômetro (protocolo HI), e treino de força de baixa intensidade (3 séries de 12 repetições com carga relativa a 60% de 8RM) seguido de 20 minutos em cicloergômetro (protocolo LO). O treino de força foi constituído por seis exercícios diferentes. Para o cálculo da oxidação de gordura e carboidratos, os dados obtidos foram trabalhados com equações matemáticas. Os resultados mostraram que o volume expiratório e a frequência cardíaca foram maiores nos protocolos HI e LO do que no Controle, enquanto que o protocolo HI apresentou maior oxidação de gordura, maior gasto energético e valores mais altos de  $VO_2$  do que os demais grupos. Quando comparada ao protocolo Controle, a oxidação de carboidratos nos protocolos HI e LO foi menor nos primeiros 5 minutos de treino aeróbico, porém não houve diferença nos 15 minutos seguintes. Entretanto, a oxidação de gordura nos primeiros 15 minutos de treino aeróbico foi significativamente maior no protocolo HI do que nos demais, porém nos últimos 5 minutos não houve diferença estatisticamente significativa. Os pesquisadores concluem que o treino combinado que inicia pelo treino de força de alta intensidade e segue com treino aeróbico de baixa intensidade pode levar a maiores gastos energéticos e metabolismo de gordura, quando comparado ao treino aeróbico realizado isoladamente.

Alguns estudos dedicaram-se a investigar, em uma sessão de treino combinado, os efeitos do treino de força não somente sobre variáveis aeróbicas, mas também sobre o desempenho aeróbico. Assim sendo, Conceição (2012) avaliou treze jovens familiarizados com treinamento combinado através de três protocolos: treino de força com objetivo de hipertrofia seguido de treino aeróbico, treino de força com objetivo de potência seguido de treino aeróbico, e treino aeróbico realizado isoladamente. O treino aeróbico foi realizado em cicloergômetro, até a exaustão, com carga referente ao segundo limiar ventilatório (mensurada em uma sessão anterior). Para o treino de força hipertrofica foi realizado o exercício de meio-agachamento no multiforça, sendo 6 séries de 8 repetições com carga referente a 75% de 1RM (mensurada em uma sessão anterior). Para o treino de potência, os indivíduos realizaram 6 séries de 8 repetições de saltos contramovimento, sem carga adicional ao peso corporal. Os resultados mostram que não houve diferença no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca entre os protocolos avaliados,

contudo, quando o treino aeróbico foi realizado isoladamente, o tempo de exaustão foi significativamente maior quando comparado com as situações em que o treino de força iniciou a sessão. Não foram encontradas diferenças entre os protocolos em que o treino de força precedeu o treino aeróbico. Ainda, a taxa máxima de produção de força e a força isométrica máxima foram avaliadas antes e após os protocolos em que o treino de força estava presente, e, de acordo com os resultados, houve diminuição significativa nos valores dessas variáveis quando comparados os períodos pré e pós-teste. O autor conclui que pode haver interferência no desempenho de um exercício aeróbico de alta intensidade quando o mesmo é precedido por treinos de força com os objetivos de hipertrofia ou potência.

Diferentemente do estudo de Conceição (2012), que utilizou o cicloergômetro para a realização do protocolo aeróbico, De Souza *et al.* (2011) propuseram avaliar o desempenho aeróbico durante corrida em esteira. Para tal, onze sujeitos fisicamente ativos foram avaliados através da realização de 5 sessões de controle (para estipular as cargas das sessões experimentais) e 4 sessões experimentais, que consistiram na realização de 5 séries de 5 repetições máximas no exercício *leg press* seguidas de, após 3 minutos de descanso, corrida contínua de 5 Km em esteira (sessão A), e corrida intermitente (1 minuto na  $v\dot{V}O_{2máx}$  e 1 minuto de descanso) de 5 Km (sessão B). As sessões experimentais “C” e “D” consistiram na realização dos treinos aeróbicos contínuo e intermitente, respectivamente, porém precedidos de treino de força de 2 séries de 15 repetições máximas no aparelho *leg press*. De acordo com os autores, o principal achado do estudo foi que o treino de força máxima e o treino de força de resistência não produziram mudanças agudas em variáveis aeróbicas, como concentração de lactato sanguíneo, consumo de oxigênio e frequência cardíaca, tanto no protocolo de corrida contínua, como no protocolo de corrida intermitente. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas para a percepção de esforço entre os protocolos. O estudo fornece suporte à ideia de que o efeito de interferência ocorre somente quando o treino aeróbico é realizado antes do treino de força, e os pesquisadores concluem que, em baixo volume, o treino de força máxima e o treino de força de resistência não prejudicam as variáveis aeróbicas no treino aeróbico quando precedem o mesmo. Contudo, os autores não fazem referência a parâmetros de desempenho, como tempo de corrida, distância percorrida ou tempo de exaustão.

Ainda, há estudos que analisaram os efeitos agudos do treinamento combinado a partir da realização de protocolos com diferentes ordens de execução dos treinos de força e aeróbico. Alves *et al.* (2012) avaliaram 8 homens ativos fisicamente. A primeira e a segunda sessões foram realizadas, respectivamente, para conhecer a carga correspondente a 1RM em exercícios de membros inferiores e superiores, e obter o valor pico do consumo de oxigênio durante atividade em cicloergômetro. Nas três sessões seguintes, os sujeitos realizaram protocolos de treino combinado, um em cada sessão, randomizados, sendo que as ordens de execução foram da seguinte forma: treino aeróbico seguido de treino de força (TA+TF), treino aeróbico entre treino de força (TF+TA+TF), e treino de força seguido de treino aeróbico (TF+TA). Os exercícios realizados durante o treino de força foram meio-agachamento, *leg press* inclinado, supino e puxada (3 séries de 10 repetições com 70% da carga de 1RM), abdominais e extensão de coluna. O treino aeróbico foi realizado no cicloergômetro, durante 20 minutos, de forma intermitente. Os resultados mostram que quando comparados, os protocolos não mostraram diferenças significativas entre si quanto ao consumo de oxigênio, frequência cardíaca e razão das trocas respiratórias. Até 30 minutos após o término da realização dos protocolos, o consumo de oxigênio foi mensurado e foram encontradas diferenças significativas entre o grupo TA+TF e o grupo TF+TA do 5° ao 15° minuto, enquanto que do 10° ao 15° minuto a diferença significativa foi entre o grupo TF+TA+TF e o TF+TA. De acordo com os autores, a ordem de execução dos exercícios não levou a diferentes valores de consumo médio total de oxigênio entre os protocolos avaliados, suportando a hipótese de que comparando diferentes ordens de execução de treino combinado, não há interferência sobre essa variável.

A revisão a cerca dos efeitos agudos do treino de força sobre variáveis e desempenho aeróbico permite observar que o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca e o metabolismo de lipídeos durante um exercício aeróbico podem ser influenciados pela realização prévia de um treino de força (Goto *et al.*, 2007; Kang *et al.* 2009). Além disso, os diferentes protocolos adotados pelos autores citados parecem influenciar os resultados encontrados, uma vez que um maior tempo de intervalo entre o treino de força e o exercício aeróbico leva a um menor consumo de oxigênio quando comparado a um protocolo com menor tempo de intervalo (Goto *et al.*, 2007), e um treino de força de alta intensidade realizado previamente a um treino aeróbico de baixa intensidade leva a uma maior oxidação de gordura, maior gasto

energético e valores mais altos de  $VO_2$ , quando comparado com o treino aeróbico realizado isoladamente (Kang *et al.*,2009). Esses achados podem ser explicados pelo fato de o consumo de oxigênio pós-exercício (efeito EPOC) relativo ao treino de força somar-se ao consumo de oxigênio demandado durante o treino aeróbico, elevando os valores dessa variável.

Ainda, observam-se diferentes achados referentes aos efeitos do treino de força sobre o desempenho aeróbico. O estudo realizado por Conceição (2012) mostra que o treino de força com objetivo de hipertrofia ou de potência realizado previamente ao exercício aeróbico, diminuiu o tempo de exaustão durante pedalada em cicloergômetro quando comparado a um protocolo em que o treino de força não estava presente. Em contrapartida, De Souza *et al.* (2011) não encontraram prejuízo em variáveis aeróbicas em corrida contínua ou intermitente, em esteira, realizada após um treino de força máxima ou de resistência muscular. Dessa forma, observa-se que diferentes metodologias (volume, intensidade e exercícios dos treinos de força e aeróbio) levaram a diferentes conclusões, mostrando que mais estudos devem ser realizados a fim de contribuir para o conhecimento desse assunto.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRA

O estudo avaliou 9 homens jovens, corredores recreacionais, familiarizados com o treinamento combinado. Todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido após terem sido informados sobre a metodologia e possíveis desconfortos e riscos inerentes ao procedimento. O projeto da pesquisa foi aprovado, e registrado no número 1956, pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os critérios de exclusão utilizados foram históricos de lesão ósteo-articular, doenças cardiorrespiratórias, metabólicas ou hormonais e utilização de medicamentos com influência sobre o sistema endócrino, metabólico ou neuromuscular. As características físicas dos sujeitos são apresentadas na Tabela 1.

O cálculo amostral foi realizado com base no estudo de Gettman *et al.* (1982) devido às semelhanças das avaliações a serem realizadas no presente estudo. Através do programa PEPI versão 4.0, o cálculo amostral foi realizado para amostras emparelhadas, sendo adotado o nível de significância de 0,05, o poder de 90%, e um coeficiente de correlação de 0,8 para todas as variáveis. Com base nos desvios padrão e nas diferenças entre as médias obtidas no estudo de Gettman *et al.* (1982), a exigência demonstrada pelo cálculo foi de um “n” mínimo de 14 indivíduos.

Tabela 1. Caracterização da amostra (n=9).

Idade (anos)	26,8 ± 3,8
Estatura (cm)	176,5 ± 5,2
Massa corporal (Kg)	76,7 ± 5,7
Gordura corporal (%)	10,84 ± 4,7
1 RM (Kg)	109,3 ± 7,9
VO <sub>2pico</sub> (ml.Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	39,5 ± 8,4

#### 3.2 VARIÁVEIS

##### 3.2.1 Dependentes

- Frequência cardíaca média (FC);
- Consumo de oxigênio ( $VO_2$ );
- Percepção de esforço (PE);
- Tempo de exaustão (TE)

### 3.2.2. Independentes

- Execução do treino de força para hipertrofia antes do treino aeróbico;
- Execução do treino de força para potência antes do treino aeróbico;
- Execução do treino aeróbico isoladamente;

### 3.2.3. Controle

- Período mínimo de intervalo entre os testes igual a 7 dias;
- Indivíduos não realizaram nenhum tipo de treinamento no dia anterior;

### 3.2.4. Intervenientes

- Efeitos dos treinamentos dos indivíduos entre as sessões.

## 3.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), localizado na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Cada indivíduo compareceu cinco vezes ao local da coleta de dados. Na primeira visita, os indivíduos realizaram um teste para mensurar a força dinâmica máxima através de um teste de 1RM no exercício agachamento, enquanto que na segunda foram realizadas medidas de composição corporal seguidas de um teste incremental máximo em esteira. Após, visando investigar os efeitos do treino de força sobre o desempenho aeróbico subsequente, três sessões de exercícios foram

realizadas, de forma randomizada, em dias diferentes: (a) uma sessão em que a corrida em esteira foi precedida de um treino de força com objetivo de hipertrofia, (b) uma sessão em que a corrida em esteira foi precedida por um treino de força com objetivo de potência, e (c) corrida em esteira realizada isoladamente.

### 3.3.1. Antropometria e Composição corporal

A estatura dos indivíduos foi avaliada através de um estadiômetro FILIZOLA (com 1mm de resolução) e para avaliação da massa corporal foi utilizada uma balança FILIZOLA (resolução de 100g). Utilizando-se um plicômetro LANGE (1mm de resolução), foram coletados os valores de sete dobras cutâneas, e a composição corporal foi estimada por uma equação preditiva de densidade corporal proposta por Jackson e Pollock (1978).

### 3.3.2. Consumo máximo de oxigênio e limiares ventilatórios

Através de um teste máximo incremental de corrida em esteira, foi determinado o consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), o segundo limiar ventilatório (LV2) e a velocidade correspondente ao LV2. Os indivíduos realizaram um aquecimento prévio de 6Km/h durante 2 minutos. Em sequência iniciou-se o teste, que foi composto por corrida a 8km/h durante 2 minutos seguida de incrementos de 1km/h a cada minuto, realizado até a exaustão do avaliado. Um analisador de gases portátil modelo VO2000 com calibração automática e fluxo médio de amostra de 50 cc/min (Medical Graphics, Ann Arbor, EUA) foi utilizado para mensurar o consumo de oxigênio. Os limiares ventilatórios foram determinados através do aumento exponencial da curva de ventilação em relação à intensidade e o LV2 confirmado através da análise do gráfico dos equivalentes respiratórios ( $VE/VCO_2$ ). A velocidade correspondente ao LV2 foi registrada e utilizada como referência para estabelecer a intensidade de corrida nos protocolos de treino combinado e na sessão de treino aeróbico isolado. Com o uso de um relógio Polar (model FS1, Shanghai, China), a frequência cardíaca foi controlada e registrada a cada dez segundos.

### 3.3.3. Teste de força dinâmica máxima

Em um equipamento multiforça (WORLD – Escultor, Porto Alegre, RS, Brasil), os sujeitos avaliados realizaram o exercício de agachamento com o objetivo de se avaliar com qual carga máxima cada um conseguiria realizar apenas uma repetição (1RM). Para isso, a carga inicial foi estimada pelo peso corporal de cada avaliado e redimensionada pelos valores propostos por LOMBARDI (1989) à medida que as tentativas eram realizadas (Quadro 1). Entre cada tentativa, o tempo de intervalo foi de 4 minutos, e o número máximo de tentativas não passou de cinco. Para padronizar a execução do exercício, um metrônomo eletrônico (Quartz, CA, USA) foi utilizado, de forma que as contrações concêntricas e excêntricas deveriam ser realizadas em 2 segundos.

Quadro 1. Constantes de Estimativa de 1 RM.

Repetições	Constantes
2	1,07
3	1,1
4	1,13
5	1,16
6	1,2
7	1,23
8	1,27
9	1,32
10	1,36

Adaptado de Lombardi (1989)

### 3.3.4 Percepção de esforço (PE)

A tabela de percepção de esforço, proposta por Borg (2000), foi apresentada e explicada aos indivíduos avaliados. Durante o treino aeróbico, a cada 60 segundos, em todos os protocolos descritos a seguir, os sujeitos indicavam o índice de percepção subjetiva de esforço de acordo com a escala (figura 1). Finalizados os testes aeróbicos, portanto com os dados relativos ao tempo de exaustão coletados, assumiram-se quatro momentos relativos ao treino aeróbico: 25%, 50%, 75% e

100% do tempo de exaustão. Assim, para análise dos dados, foi considerado o índice de percepção de esforço relativo a cada um dos momentos citados.

6	Sem nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Figura 1. Adaptação da escala de Borg

### 3.4. PROTOCOLOS

#### 3.4.1. Protocolo aeróbico

O protocolo aeróbico foi realizado em corrida em esteira, até a exaustão, a uma velocidade referente ao segundo limiar ventilatório. Antes do início do teste os indivíduos realizaram um aquecimento em esteira a uma velocidade de 6Km/h, durante 5 minutos. Foram registrados ao longo do teste o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca (a cada 10 e 30 segundos, respectivamente) e, ao final do mesmo, o tempo de exaustão (correspondente ao tempo, em segundos, que o indivíduo permaneceu correndo). Durante o exercício, os indivíduos foram estimulados verbalmente.

#### 3.4.2. Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de hipertrofia seguido do protocolo aeróbico (TFH)

Para a realização desse protocolo, o exercício de agachamento até 90° de flexão de joelhos foi executado no equipamento multiforça. Inicialmente, foi realizado um aquecimento de dez repetições com o peso corporal, e em seguida, a uma

intensidade de 75% de 1RM, cada indivíduo realizou 6 séries de 8 repetições, adotando dois segundos para cada fase de contração, e dois minutos de intervalo entre cada série. Durante o exercício, os indivíduos foram verbalmente estimulados. Após 15 minutos de intervalo, foi realizado o protocolo aeróbico.

#### 3.4.3. Protocolo de treino combinado: treino de força com objetivo de potência seguido do protocolo aeróbico (TFP)

Foi adotada para esse protocolo, a realização de um treino pliométrico, sendo o salto com contramovimento o exercício realizado na sessão. Como aquecimento, foram realizadas dez repetições de agachamento no aparelho multiforça, com o peso corporal. Posteriormente, os indivíduos executaram o salto com contramovimento em 6 séries de 8 repetições, na máxima velocidade possível. O intervalo entre cada série foi de dois minutos e, durante o exercício, os indivíduos foram estimulados verbalmente. Após 15 minutos de intervalo, foi realizado o protocolo Aeróbico.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada utilizando-se estatística descritiva com média e desvio padrão e teste de Shapiro Wilk com a finalidade de verificar a normalidade dos dados. O teste de ANOVA para medidas repetidas e teste de Bonferroni foram utilizados para comparar o consumo de oxigênio, o tempo de exaustão e a frequência cardíaca entre as diferentes sessões de treino. Para análise da percepção de esforço foi utilizado o teste de Friedman. Foi adotado o nível de significância de  $\alpha = 0,05$ . Os dados foram analisados no pacote estatístico SPSS versão 15.0.

## 4 RESULTADOS

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas durante os treinos aeróbicos dos protocolos Aeróbico, TFH e TFP para frequência cardíaca ( $166,65 \pm 10,95$  bpm,  $169,79 \pm 8,11$  bpm,  $169,47 \pm 8,37$  bpm, respectivamente;  $p=0,327$ ) e para consumo de oxigênio ( $32,74 \pm 9,03$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $37,43 \pm 11,99$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $37,88 \pm 9,69$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, respectivamente;  $p=0,230$ ). Quanto ao tempo de exaustão, não foram encontradas diferenças significativas entre o protocolo Aeróbico ( $2023 \pm 624$ s) e o TFP ( $1450 \pm 645$ s), no entanto essa variável foi significativamente menor no TFH ( $1203 \pm 628$ s) quando comparado ao protocolo Aeróbico e ao TFP ( $p=0,006$ ). Os resultados citados são apresentados na Tabela 2.

Ainda, para a percepção de esforço, nos momentos analisados, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as sessões (Tabela 3).

Tabela 2. Frequência Cardíaca (FC) e Consumo de Oxigênio (VO<sub>2</sub>) durante o treino aeróbico, e Tempo de Exaustão (TE) no treino aeróbico, nos diferentes protocolos (média  $\pm$  desvio padrão).

	AERÓBICO	TFH	TFP	P
FC (bpm)	$166,65 \pm 10,95$	$169,79 \pm 8,11$	$169,47 \pm 8,37$	0,327
VO <sub>2</sub> (ml.Kg.min <sup>-1</sup> )	$32,74 \pm 9,03$	$37,43 \pm 11,99$	$37,88 \pm 9,69$	0,23
TE (s)	$2023 \pm 624^A$	$1203 \pm 628^B$	$1450 \pm 645^{AB}$	0,006

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa.

Tabela 3. Percepção de Esforço em 4 momentos (25%, 50%, 75% e 100% do TE) nos treinos aeróbicos dos protocolos de treino (média  $\pm$  desvio padrão).

	AERÓBICO	TFH	TFP	p
25%	$14,5 \pm 1,2$	$14,5 \pm 1,31$	$13,88 \pm 1,73$	0,533
50%	$16,13 \pm 1,25$	$16 \pm 0,93$	$15,25 \pm 1,58$	0,664
75%	$17,88 \pm 1,13$	$18 \pm 1,07$	$17,25 \pm 1,58$	0,547
100%	$19,5 \pm 0,53$	$19,25 \pm 0,71$	$19,13 \pm 1,36$	0,846

## 5 DISCUSSÃO

Os principais resultados do presente estudo mostram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as alterações ocorridas no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca. No entanto, o tempo de exaustão da corrida foi significativamente menor no TFH quando comparado aos demais protocolos.

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram observados por Alves *et al.* (2012), uma vez que esses autores não encontraram diferença no comportamento do consumo de oxigênio quando comparados treinos combinados com diferentes ordens de execução: treino aeróbico realizado antes ( $31,92 \pm 7,48 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), depois ( $31,88 \pm 4,87 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e entre ( $35,02 \pm 10,82 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) uma sessão de treino de força. Ainda, De Souza *et al.* (2011) também não encontraram diferenças nessa variável ao avaliá-la em diferentes protocolos de treino combinado: treino de força máxima seguido de corrida contínua ( $44,9 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), de corrida intermitente ( $46,3 \pm 7,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), treino de força resistente seguido de corrida contínua ( $46,6 \pm 6,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), de corrida intermitente ( $47,1 \pm 6,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), treino apenas de corrida contínua ( $45 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e apenas de corrida intermitente ( $47,7 \pm 9,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Além disso, Conceição (2012) utilizou a mesma metodologia do presente estudo à exceção do treino aeróbico, o qual foi realizado em cicloergômetro. O autor também não observou diferença significativa no consumo de oxigênio nas diferentes situações analisadas.

Por outro lado, Goto *et al.* (2007), após avaliarem dois protocolos de treino combinado com tempos de intervalo diferentes entre o treino de força e o aeróbico (20 e 120 minutos), observaram aumento significativo no  $\text{VO}_2$  nos primeiros quinze minutos de treino aeróbico somente no protocolo com menor tempo de intervalo. Ainda, Kang *et al.* (2009) encontraram significativo aumento dos valores médios do  $\text{VO}_2$  durante o treino aeróbico realizado cinco minutos após um treino de força de alta intensidade ( $1,35 \pm 0,29 \text{ l.min}^{-1}$ ), quando comparado com o mesmo protocolo porém com treino de força de baixa intensidade ( $1,26 \pm 0,34 \text{ l.min}^{-1}$ ) e um protocolo controle ( $1,24 \pm 0,27 \text{ l.min}^{-1}$ ). Os autores afirmaram que o treino de força de alta intensidade gerou um EPOC que, somado à demanda de oxigênio para suprir a atividade realizada no cicloergômetro, resultou em um aumento do  $\text{VO}_2$  durante o treino aeróbico. Com base nessas informações, evidencia-se que quanto ao



consumo de oxigênio observam-se resultados divergentes na literatura. Essas diferenças podem ser explicadas pelas diferentes metodologias adotadas entre os estudos. De acordo com Alves *et al.* (2012), o efeito EPOC reduz com o passar do intervalo, razão pela qual há diferença estatisticamente significativa entre 5 e 15 minutos após o exercício. Dessa forma, considerando-se correta a afirmação de Kang *et al.* (2009) de que o treino de força gera o EPOC e este se soma ao consumo de oxigênio do treino aeróbico, os 15 minutos de intervalo entre o treino de força e o treino aeróbico no presente estudo não seriam suficientes para que o EPOC do primeiro pudesse somar-se ao do segundo, não elevando assim os valores de  $VO_2$ . Ainda, outras diferenças na metodologia evidenciam-se nos estudos de Kang *et al.* (2009) e Goto *et al.* (2007), visto que esses autores avaliaram indivíduos destreinados, sendo o treino aeróbico realizado em cicloergômetro com diferentes tempos de duração e intensidade (20 minutos a 50% do  $VO_{2\text{pico}}$ , e 60 minutos a 50% do  $VO_{2\text{máx}}$ , respectivamente), e os treinos de força, além de terem envolvido membros superiores e inferiores, apresentaram maior volume quando comparados ao presente estudo.

De forma semelhante ao presente estudo, os mesmos estudos que não encontraram diferenças significativas para o consumo de oxigênio também não observaram diferenças no comportamento da frequência cardíaca quando o treino de força foi realizado antes do aeróbico. Nesse sentido, Alves *et al.* (2012) verificaram que o comportamento da frequência cardíaca não apresentou diferenças significativas quando comparado em três situações de treino combinado (com diferentes ordens de execução do treino aeróbico), cabendo ressaltar que, à semelhança do presente estudo, uma das ordens avaliadas foi a do treino de força seguido do treino aeróbico. Ainda, De Souza *et al.* (2011) não encontraram diferenças estatisticamente significativas na frequência cardíaca durante diferentes treinos aeróbicos realizados em protocolos de treino combinado ou isoladamente. Além disso, os presentes resultados referentes a essa variável também corroboram o estudo apresentado por Conceição (2012), o qual, diferindo-se metodologicamente do presente estudo apenas pelo treino aeróbico realizado em cicloergômetro, também não encontrou diferenças significativas. Em contrapartida, Kang *et al.* (2009) e Goto *et al.* (2007) encontraram diferenças significativas para a frequência cardíaca quando comparados os treinos aeróbicos dos protocolos de treino combinado e os treinos aeróbicos realizados isoladamente. Nesse sentido, uma

possível explicação para os diferentes comportamentos da frequência cardíaca pode dar-se pelo nível de treinamento dos sujeitos avaliados, uma vez que o presente estudo, as pesquisas de Alves *et al.* (2012), De Souza *et al.* (2011) e Conceição (2012) avaliaram indivíduos treinados ou fisicamente ativos, enquanto Kang *et al.* (2009) e Goto *et al.* (2007) estudaram sujeitos destreinados. Além disso, o treino de força nos estudos de Kang *et al.* (2009) e Goto *et al.* (2007) apresenta grande volume, fato que, de acordo com Goto *et al.* (2007), aumenta as concentrações de catecolaminas circulantes no sangue provocando uma elevação na frequência cardíaca durante o treino aeróbico subsequente.

Diferentemente das demais variáveis avaliadas no presente estudo, o tempo de exaustão (TE) no protocolo Aeróbico ( $2023 \pm 624s$ ) foi significativamente maior quando comparado ao TE no TFH ( $1203 \pm 628s$ ). Em contrapartida, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas quando comparado o TE entre o protocolo Aeróbico e o TFP ( $1450 \pm 645s$ ). Também não houve diferença significativa entre os tempos de exaustão nos protocolos de treino combinado (TFP e TFH). O estudo realizado por Conceição (2012), com desenho experimental semelhante ao presente estudo, avaliou os efeitos do treino de força sobre o desempenho aeróbico (realizado em cicloergômetro), e verificou que houve prejuízo no tempo de exaustão no exercício aeróbico quando era precedido por treinos de força com objetivo de hipertrofia ou potência. Assim, diferentemente do presente estudo que encontrou diferença significativa no TE apenas no protocolo TFH, Conceição (2012) observou que ambos os protocolos de treino combinado levaram a uma redução significativa para essa variável. Uma possível explicação para essa divergência entre os estudos é a característica do treino aeróbico, uma vez que, comparado à corrida, o exercício em cicloergômetro tende a gerar maior fadiga periférica, prejudicando o desempenho aeróbico nos dois protocolos de treino combinado. Além disso, no presente estudo é possível observar que durante o protocolo Aeróbico o tempo médio de permanência no exercício até a exaustão foi maior do que nos demais protocolos, sendo aproximadamente 14 minutos a mais em relação ao TFH e aproximadamente 10 minutos a mais comparando com o TFP. Dessa forma, mesmo não havendo diferença estatisticamente significativa no tempo de exaustão entre os protocolos Aeróbico e TFP, quando os indivíduos realizaram o treino de força de potência antes do exercício aeróbico, à exemplo do estudo de Conceição (2012), eles também permaneceram em exercício por um tempo

consideravelmente menor. Assim sendo, embora o presente estudo não possa inferir sobre efeitos crônicos, especula-se que uma diferença de 10 minutos por sessão possa influenciar nas adaptações aeróbicas em longo prazo.

Além disso, a diferença para o TE entre os protocolos de treino combinado pode ser justificada pelo fato de o treino de força no TFH ter gerado maior fadiga muscular do que o treino de força no TFP. Nesse contexto, observa-se que o treino de força para hipertrofia foi realizado com carga elevada, sendo respeitados dois segundos para cada contração, enquanto que o treino de força para potência foi realizado em alta velocidade e sem carga adicional ao peso corporal. Essas distintas características podem explicar os diferentes desempenhos na corrida, uma vez que há menor exigência das fibras musculares tipo I (importantes para o treino aeróbico realizado) no treino de força com objetivo de potência, quando comparado ao treino de força para hipertrofia (KENNEY *et al.*, 2013). Ainda, conforme observado por Panissa *et al.* (2009), o treino de força para hipertrofia eleva a concentração de lactato sanguíneo visto que ativa a via glicolítica do metabolismo. Assim, apesar de o presente estudo não ter avaliado a produção de lactato, mas baseado no estudo de Panissa *et al.* (2009), é possível assumir que o TFH (suprido principalmente pela via glicolítica), pode ter gerado maior concentração de lactato do que o TFP, reduzindo assim o TE de forma significativa quando comparado ao protocolo Aeróbico.

Um estudo que analisou os efeitos da ordem do treinamento combinado, de forma longitudinal, foi o de Chtara *et al.* (2005). O referido estudo mostra que, após 12 semanas de treinamento, os indivíduos que realizaram treino aeróbico antes do treino de força obtiveram maiores ganhos de desempenho na corrida de 4 Km (8,57%) quando comparados ao grupo que realizou o treinamento na ordem inversa (4,66%). Os autores explicam que os maiores ganhos no desempenho aeróbico devem-se às maiores adaptações na capacidade aeróbica do grupo que realizou treino aeróbico antes do treino de força, e esse fato permite afirmar que possivelmente o treino de força realizado antes do aeróbico poderia causar maior fadiga, prejudicando as adaptações na capacidade aeróbica e, conseqüentemente, o desempenho aeróbico.

Assim sendo, embora não se tenha observado na literatura estudos avaliando transversalmente os efeitos do treino de força sobre subseqüente desempenho de corrida em esteira, os estudos de Conceição (2012) e Chtara *et al.* (2005) fornecem

suporte aos achados do presente estudo, o qual observou prejuízo no desempenho da corrida quando um treino de força foi realizado antes do treino aeróbico.

Além disso, mesmo que o TE tenha sido menor nos protocolos de treino combinado, não foram observadas diferenças significativas na percepção de esforço (PE) entre os protocolos avaliados. Esses resultados corroboram os estudos de De Souza *et al.* (2011) e Goto *et al.* (2007) uma vez que esses autores, apesar de terem analisado o treino combinado através de um modelo metodológico distinto, também não encontraram diferenças para a percepção de esforço entre as situações analisadas. No presente estudo, os resultados para PE devem-se provavelmente à alta intensidade em que o treino aeróbico foi realizado, visto que os indivíduos correram sempre na velocidade correspondente ao segundo limiar ventilatório. Interessantemente, os resultados referentes aos índices de percepção de esforço a 25% do tempo de exaustão mostraram-se abaixo do esperado ( $14,5 \pm 1,2$ ,  $14,5 \pm 1,31$  e  $13,88 \pm 1,73$ , nos protocolos Aeróbico, TFH e TFP, respectivamente), uma vez que estudos sugerem que para uma intensidade relativa ao LV2 os índices de percepção de esforço correspondem a 16 e 17 na escala de Borg (HETZLER *et al.*, 1991; SEIP *et al.*, 1991). No entanto, a intensidade referida nos demais momentos foi a esperada, e o índice de percepção de esforço igual a 19 no final do exercício aeróbico garantem que os indivíduos correram até a exaustão.

O presente estudo apresenta limitações: (1) o número de sujeitos avaliados foi baixo, fato que pode contribuir para que não sejam encontradas diferenças em alguns resultados. Contudo, essa pesquisa faz parte de um estudo maior no qual a amostra será maior. (2) Não foi realizado controle nutricional dos sujeitos avaliados, no entanto os indivíduos foram orientados a manter sua alimentação normal e os testes foram realizados no mesmo turno do dia. (3) É interessante ressaltar que o presente estudo é uma investigação transversal. Dessa forma, as alusões dos resultados de forma crônica são especulativas e, por isso, formam hipóteses a serem comprovadas com estudos longitudinais.

## 6 CONCLUSÃO

Os principais resultados do presente estudo permitem observar que o treino de força de hipertrofia realizado previamente ao treino aeróbico gerou um prejuízo no desempenho de corrida de alta intensidade ( $TE = 1203 \pm 628s$ ), quando comparado à situação em que somente o treino aeróbico foi realizado ( $TE = 2023 \pm 624s$ ). Ainda, houve uma redução no TE quando comparado o protocolo Aeróbico e o TFP ( $TE = 1450 \pm 645s$ ), no entanto a mesma não foi significativa.

Além disso, é possível afirmar que durante a corrida em esteira a FC,  $VO_2$  e PE não sofreram alterações estatisticamente significativas, quando comparado o treino aeróbico realizado isoladamente com os treinos aeróbicos realizados nos protocolos de treino combinado.

A partir dos resultados encontrados, é possível concluir que, em uma sessão de treino combinado, a realização prévia de um treino de força para membros inferiores, com objetivo de hipertrofia, pode levar a um prejuízo no desempenho da corrida de alta intensidade em esteira. Portanto, esse modelo de treino de força para membros inferiores não deve ser realizado antes do treino aeróbico se o objetivo principal da sessão visar a excelência no desempenho da corrida.

## **7 APLICAÇÕES PRÁTICAS**

Os achados do presente estudo permitem afirmar que ainda que o treino de força para hipertrofia tenha causado maior redução no tempo de exaustão, o treino de força para potência também provocou queda considerável no desempenho aeróbico na corrida. Dessa forma, se o objetivo principal de uma sessão de treino combinado for obter o máximo desempenho durante a corrida, a realização prévia de um treino de força para membros inferiores deve ser evitada.

Ainda, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas para a frequência cardíaca, a exploração dessa variável por parte dos professores e treinadores pode ser realizada no momento de prescrever o treino aeróbico em uma sessão em que o treino de força preceda a corrida, desde que o objetivo não seja o máximo desempenho aeróbico.

## 8 REFERÊNCIAS

ALVES JV, SAAVEDRA F, SIMÃO R, NOVAES J, RHEA MR, GREEN D, REIS VM. Does Aerobic and strength exercise sequence in the same session affect the oxygen uptake during and postexercise? *J Strength Cond Res* 26(7):1872-1878, 2012.

BELL GJ, SYROTUIK D, MARTIN TP, BURNHAM R, QUINNEY HA. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol* 81:418-427, 2000.

BORG, G. Escalas de Borg para a dor e esforço percebido. São Paulo: Manole, 2000.

CADORE EL, PINTO RS, ALBERTON CL, PINTO SS, LHULLIER FLR, TARTARUGA MP, CORREA CS, ALMEIDA APV, SILVA EM, LAITANO O, KRUEL LFM. Neuromuscular economy, strength and endurance in healthy elderly men. *J Strength Cond Res* 24(x):000-000, 2010.

CHTARA M, CAMARI K, CHAOUACHI M, CHAOUACHI A, KOUBAA D, FEKI Y, MILLET GP, AMRI M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med* 39:555-560, 2005.

CONCEIÇÃO, MO. Análise da interferência do treino de força sobre variáveis aeróbicas em uma sessão de treino concorrente. 2012. 46f. Trabalho de conclusão de curso de graduação – Educação Física, UFRGS, Porto Alegre, 2012.

DE SOUZA EO, ROSA LFC, PIRES FO, WILSON J, FRANCHINI E, TRICOLI V, UGRINOWITSCH C. The acute effects of varying strength exercises bouts on 5Km running. *J Sport Sci Med* 10:565-570, 2011.

DOCHERTY D, SPORER B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med* 30(6):385-394, 2000.

DUDLEY GA, DJAMIL R. Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise. *J Appl Physiol* 59(5):1446-1451, 1985.

EASTHOPE CS, HAUSSWIRTH C, LOUIS J, LEPERS R, VERCRUYSSSEN F, BRISSWALTER J. Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *Eur J Appl Physiol* 110:1107-1116, 2010.

GETTMAN LR, WARD P, HAGAN RD. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med Sci Sports Exerc* 14:229-234, 1982.

GOTO K, ISHII N, SUGIHARA S, YOSHIOKA T, TAKAMATSU K. Effects of resistance exercise on lipolysis during subsequent submaximal exercise. *Med Sci Sports Exerc* 39(2):308-315, 2007.

HETZLER RK, SEIP RL, BOUTCHER SH, PIERCE E, SNEAD D, WELTMAN A. Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. *Med Sci Sports Exerc* 23(1):88-92, 1991.

HICKSON, RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol* 45:255-263, 1980.

JACKSON AS, POLLOCK ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40:497-504, 1978.

KANG J, RASHTI SL, TRANCHINA CP, RATAMESS NA, FAIGENBAUM AD, HOFFMAN JR. Effect of preceding resistance exercise on metabolism during subsequent aerobic session. *Eur J Appl Physiol* 107:43-50, 2009.

KENNEY WL, WILMORE JH, COSTILL DL. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. São Paulo: Manole, 2013.

LEVERRIT M, ABERNETHY PJ, BARRY BK, LOGAN PA. Concurrent strength and endurance training. *A Review Sports Med* 28(6): 413-427, 1999.

MILLET GP, JAOUEN B, BORRANI F, CANDAU R. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and  $VO_2$  kinetics. *Med Sci Sports Exerc* 34(8):1351-1359, 2002.

NELSON AG, ARNALL DA, LOY SF, SILVESTER LJ, CONLEE RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther* 70:287-294, 1990.

PAAVOLAINEN L, HÄKKINEN K, HÄMÄLÄINEN I, NUMMELA A, RUSKO H. Explosive-strength training improves 5-Km running time by improving running economy and muscle power. *J Apply Physiol* 86:1527-1533, 1999.

PANISSA VLG, BERTUZZI RCM, LIRA FS, JULIO UF, FRANCHINI E. Exercício concorrente: análise do efeito agudo da ordem de execução sobre o gasto energético total. *Ver Bras Med Esporte* 15(2):127-131, 2009.

RADDI LLO, GOMES RV, CHARRO MA, BACURAU RFP, AOKI MS. Treino de corrida não interfere no desempenho de força de membros superiores. *Rev Bras Med Esporte* 14(6):544-547, 2008.



RONNESTAD BR, HANSEN EA, RAASTAD T. High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength in well-trained endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 112:1457-1466, 2012.

SEIP RL, SNEAD D, PIERCE EF, STEIN P, WELTMAN A. Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Med Sci Sports Exerc* 23(1):88-92, 1991.

TAIPAALAE RS, MIKKOLA J, VESTERINEN V, NUMMELA A, HÄKKINEN K. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive training or a mix of both. *Eur J Appl Physiol* 113:325-335, 2013.

VUORIMAA T, VIRLANDER R, KURKILAHTI P, VASANKARI T, HÄKKINEN K. Acute changes in muscle activation and leg extension performance after different running exercises in elite long distance running. *Eur J Appl Physiol* 96: 282-291, 2006.