



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

SERGIO SOUZA PARMEZZANI

**A UTILIZAÇÃO DO SALTO VERTICAL PARA MONITORAMENTO AGUDO E
CRÔNICO DO TREINAMENTO CONCORRENTE E DE FORÇA**

**PRESIDENTE PRUDENTE – SP
2017**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
UNESP - Julio de Mesquita Filho

SERGIO SOUZA PARMEZZANI

**A UTILIZAÇÃO DO SALTO VERTICAL PARA MONITORAMENTO AGUDO E
CRÔNICO DO TREINAMENTO CONCORRENTE E DE FORÇA**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual Paulista
- UNESP, Programa de Pós Graduação em Ciências da
Motricidade - Interunidades, como parte do requisito para
obtenção do título de mestre em Ciências da Motricidade,
área biodinâmica da motricidade humana.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Zapaterra Campos

PRESIDENTE PRUDENTE – SP
2017

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – UNESP, Campus de Presidente Prudente

P265u	<p>Parmezzani, Sergio Souza. A utilização do salto vertical para monitoramento agudo e crônico do treinamento concorrente e de força / Sergio Souza Parmezzani. - Presidente Prudente : [s.n], 2017 v, 55 f.</p> <p>Orientador: Eduardo Zapatterra Campos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia Inclui bibliografia</p> <p>1. Exercício Físico. 2. Alta intensidade. 3. <i>Squat Jump</i>. I. Parmezzani, Sergio Souza. II. Campos, Eduardo Zapatterra. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. A utilização do salto vertical para monitoramento agudo e crônico do treinamento concorrente e de força.</p>
-------	---

Claudia Adriana Spindola
CRB-8º/5790



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

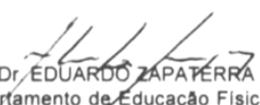
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A UTILIZAÇÃO DO SALTO VERTICAL PARA MONITORAMENTO AGUDO E CRÔNICO DO TREINAMENTO CONCORRENTE E DE FORÇA

AUTOR: SERGIO SOUZA PARMEZZANI

ORIENTADOR: FABIO SANTOS DE LIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, área: BIODINAMICA DA MOTRICIDADE HUMANA pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. EDUARDO ZAPATERRA CAMPOS
Departamento de Educação Física / Pós Doutorando do Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. EVERTON ALEX CARVALHO ZANUTO
UNOESTE / UNIVERSIDADE DO OESTE PAULISTA


Profa. Dra. CAMILA BUONANI DA SILVA
Departamento de Educação Física / Câmpus de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 18 de dezembro de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho principalmente a meus pais e minha esposa que em todas etapas desta importante fase de minha vida sempre me incentivaram. Dedico também a todas as pessoas que estiveram ao meu redor me apoiando e que contribuíram para que fosse alcançado meu objetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, no qual acredito e confio, sem Ele não conseguimos nada. Tudo em nossa vida tem um propósito, um caminho a ser trilhado. Nesse caminho encontramos pessoas colocadas por Deus para nos mostrar em qual sentido da trilha seguir. Durante meu trajeto encontrei varias pessoas que souberam me guiar e que sou grato pelos conselhos e puxões de orelha (que não foram poucos).

Uma dessas pessoas é o Prof. Dr. Fabio Lira. Obrigado Prof Fabio pelos ensinamentos e acolhida em seu laboratório. Sempre se desdobrando para nos aconselhar, dar umas “enrradas” (faz parte), mas para nosso bem e assim continuar a trilha certa.

Muito Obrigado ao Prof. Dr. Eduardo (Du), tomo essa liberdade de chamar de Du pela amizade de tempos de graduação. Obrigado pela orientação que mesmo com todos seus afazeres em sua vida, sempre arrumou um tempo para uma conversa para discussão (do trabalho). Obrigado.

Agradeço aos membros do laboratório LAFICE, Netão, Dani, Bah, Fabrício (Fião), Loly, Carol, Tiego, Isa, Caiquera, Thaislaine (Taxi, Uber, Taxilaine, entre outros apelidos), Maike (Renan), Raoni, Flaviane, Lucas, Pri, pelo companheirismo e colaboração. Desde a realização das entrevistas até nas intervenções, vocês foram demais, sem vocês este trabalho seria muito mais difícil. Muitos estão longe, fora do país, mas torceram por mim nesta caminhada. Obrigado. E a membros de outros laboratórios, Ricardo (Cielo), Du, Marcelão, e tantos outros amigos, meu muito obrigado. Lembrando também dos professores da UNESP e de instituições internacionais que de certa forma contribuíram para minha formação.

Um agradecimento especial a meus pais, que sempre me apoiaram e incentivando a seguir o caminho correto, escolhi o do estudo, caminho difícil, mas que é muito gratificante. Serei sempre grato ao cuidado que tiveram e ainda tem comigo. Amo todos.

Agradeço carinhosamente a minha esposa/professora Paula. Tento as vezes não pedir sua ajuda para fazer sozinho, mas quando preciso está lá, prontamente para me ensinar. Obrigado meu amor. Por todo tempo junto, as vezes cada um em seu computador, mas tudo para construir nosso caminho, barreiras virão, mas com toda nossa frota de amigos e pais, nenhuma delas serão intransponíveis.

Fiquei muito grato a banca aqui composta por estes professores Doutores, que nitidamente fizeram apontamentos para essa dissertação com todo o carinho, olhando os mínimos detalhes, foi incrível a dedicação. Com todos seus compromissos, colocaram-se a disposição para qualquer dúvida. Muito obrigado de verdade.

A CAPES, meu agradecimento pelo fomento de minha bolsa de estudo, crucial a minha formação.

RESUMO

O treinamento concorrente (TC) é uma estratégia eficaz para desenvolver a aptidão aeróbia e força. Contudo, parece que o TC pode apresentar interferência nos ganhos de força, sendo assim, a análise aguda e crônica do salto vertical (SV) podem ser consideradas como uma ferramenta importante para o monitoramento da força. Dessa forma, a presente dissertação tem como objetivo avaliar a resposta aguda e crônica do TC e treinamento de força (TF) no SV. Para tanto, a amostra consistiu de 21 homens fisicamente ativos, randomizados em dois grupos: concorrente (n= 11; 28,45 ± 3,8 anos; 75,18 ± 7,73 Kg; 178,1 ± 6 cm) (GC) e força (GF) (n= 10; 25,5 ± 2,9 anos; 78 ± 11,8 Kg; 178,2 ± 7 cm). O TF consistiu em quatro exercício para membro inferior e quatro para membro superior, intercalados entre si (três séries de oito a 12 repetições máximas). O TC foi realizado de forma intermitente de alta intensidade (TIAI) (1:1) a 100% da V_{max} , até que os sujeitos completassem cinco km, associado ao TF na mesma sessão de treinamento. O SV foi realizado pré e pós sessão de treinamento em uma plataforma de salto da marca Cefise® (Nova Odessa, Brasil) na modalidade *Squat Jump*, na 1ª, 2ª, 4ª, 8ª e 10ª semana de treinamento. Para o tratamento estatístico foi realizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, seguido pelo teste T-independente visando comparar as variáveis (idade, massa corporal, massa gorda, massa magra de membro inferior, estatura, IMC, V_{max} , $\dot{V}O_{2max}$, SV, tonelagem total, tonelagem de membro inferior e RM) no momento pré intervenção entre o GF e GC. Em ambas as etapas, um (aguda) e dois (crônica), foi realizada a análise de medidas repetidas e ANOVA e Post-Hoc de Bonferroni. Para primeira etapa não foi encontrado efeito para altura, delta absoluto (Δ abs) e percentual (Δ %) do salto. Na etapa dois, nenhum efeito foi observado na $\dot{V}O_{2max}$, já para V_{max} , houve efeito entre grupos. Não houve efeito para massa magra de membro inferior. Para a tonelagem total e de membro inferior, houve efeito para momento. Desta forma, é possível concluir que o TC e TF são capazes de melhorar a força muscular, mas não o SV, provavelmente devido a fatores neuromusculares, que geraram economia de movimento.

Palavras-chave: Exercício físico, alta intensidade, salto, *Squat jump*

ABSTRACT

Concurrent training (TC) is an effective strategy for developing aerobic fitness and strength. However, it seems that TC may interfere with force gains, thus, acute and chronic vertical jump (SV) analysis can be considered as an important tool for force monitoring. Thus, the present dissertation aims to evaluate the acute and chronic response of the TC and strength training (TF) in the SV. The sample consisted of 21 physically active men, who were randomized into two groups: concurrent ($n = 11$, 28.45 ± 3.8 years, 75.18 ± 7.73 kg, 178.1 ± 6 cm) (GC) and strength (GF) ($n = 10$, 25.5 ± 2.9 years, 78 ± 11.8 kg, 178.2 ± 7 cm). The TF consisted of four exercises for the lower limb and four for the upper limb, interspersed with each other (three sets of eight to 12 maximal repetitions). TC was performed intermittently high intensity (HIIT) (1: 1) at 100% of the V_{max} , until subjects completed 5 km, associated with TF in the same training session. The SV was performed pre and post training session on a jump platform of the brand Cefise® (Nova Odessa, Brazil) in the modality Squat Jump, in the 1st, 2nd, 4th, 8th and 10th week of training. For the statistical treatment, the Kolmogorov-Smirnov normality test was performed, followed by the independent T-test, comparing the variables (age, body mass, fat mass, lean body mass, stature, BMI, V_{max} , $\dot{V}O_{2max}$, SV, total tonnage, lower limb tonnage and MRI) at the pre-intervention time between GF and GC. In both steps, one (acute) and two (chronic), was performed the analysis of repeated measures and ANOVA and Post-Hoc of Bonferroni. For the first step no effect was found for height, absolute delta (Δ abs) and percentage ($\Delta\%$) of the jump. In step two, no effect was observed on the $\dot{V}O_{2max}$, already for V_{max} , there was effect between groups. There was no effect on lean lower limb mass. For total tonnage and lower limb, there was effect for moment. Thus, it is possible to conclude that TC and TF are capable of improving muscle strength, but not SV, probably due to neuromuscular factors, which generated movement savings.

Keywords: Exercise, high intensity, jump, Squat jump

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE ABREVIÇÕES.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Treinamento de força e suas adaptações	3
2.1.1. Treinamento de força e salto vertical	7
2.2. Treinamento aeróbio.....	8
2.3. Treinamento concorrente	10
2.3.1. Histórico do Treinamento Concorrente	10
2.4. Salto vertical.....	15
2.4.1. Salto vertical e avaliação aguda.....	17
3. OBJETIVO.....	19
3.1. Objetivo geral	19
3.2. Objetivos específicos	19
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	20
4.1. Questões éticas.....	20
4.2. Características dos participantes	20
4.3. Delineamento do estudo.....	21
4.4. Etapa 1	23
4.4.1. Salto vertical	23
4.5. Etapa 2	24
4.5.1. Composição corporal.....	24
4.5.2. Avaliação da aptidão aeróbia máxima	24
4.5.3. Avaliação de força máxima.....	25
4.6. Protocolo de treinamento	26
4.6.1. Treinamento aeróbio	26
4.6.2. Treinamento de força	26
4.7. Intervenção	26
4.7.1. Intervenção do Grupo Concorrente	26
4.7.2. Intervenção do Grupo Força.....	27
4.8. Análise estatística	27
5. RESULTADOS	28

5.1. Resultados agudos (etapa 1).....	29
5.2. Resultados crônicos (etapa 2).....	31
6. DISCUSSÃO.....	34
6.1. Agudo.....	34
6.2. Crônico	35
7. CONCLUSÃO.....	38
8. REFERÊNCIAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do delineamento e randomização do estudo.....	21
Figura 2. Delineamento da etapa 1 do estudo, avaliação aguda do SV.....	22
Figura 3. Sessão de treinamento do Grupo Concorrente.....	22
Figura 4. Sessão de treinamento do Grupo Força.....	22
Figura 5. Delineamento da etapa 2 do estudo, avaliações crônicas.....	23
Figura 6. Efeito do SV pré e pós sessão de exercício durante a primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana.....	30
Figura 7. Efeito pré e pós sessão de exercício sobre o Δ SV durante a primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra: Homens, eutróficos de 18 a 35 anos, fisicamente ativos.

Tabela 2. Altura, delta (Δ) absoluto e percentual ($\Delta\%$) do salto vertical dos grupos força e concorrente, representados pela média e desvio padrão, nos momentos pré treino, após 2, 4, 8 semanas e pós treino.

Tabela 3. Valores de $\dot{V}O_2\text{max}$ apresentados pela média e desvio padrão pelo grupo força e grupo concorrente para homens fisicamente ativos de 18 a 35 anos e eutróficos.

Tabela 4. Valores de V_{max} apresentados pelo grupo força e grupo concorrente (média e desvio padrão).

Tabela 5. Massa gorda dos grupos força e concorrente expressos em média e desvio padrão.

Tabela 6. Valores de massa magra de membro inferior de ambos os grupos (força e concorrente) expressos em média e desvio padrão.

Tabela 7. Volume do treinamento (número de repetições multiplicado pela carga levantada) de todos os exercícios, apresentados em uma sessão de treinamento das semanas 1, 2, 4, 8 e décima semana.

Tabela 8. Valores de tonelagem de membro inferior correspondente a carga levantada multiplicada pelo número de repetições (média e desvio padrão) dos exercícios realizados somente de membros inferiores.

Tabela 9. Carga levantada no teste de RM (média e desvio padrão) dos grupos força e concorrente correspondentes a primeira, oitava e décima segunda semana.

LISTA DE ABREVIACOES

AMPK	Proteína quinase ativada por AMP
Akt	Proteína quinase B
CMJ	Counter movement jump
mTor	Proteína alvo da rapamicina em mamíferos (Mammalian target of rapamycin)
PI3K	Fosfatidil-inositol 3 quinase
RM	Repetição Máxima
SJ	Squat jump
SV	Salto vertical
TC	Treinamento concorrente

1. INTRODUÇÃO

A força e a aptidão aeróbia estão entre as capacidades que se destacam tanto no âmbito da saúde quanto do esporte (SIMON; DOCHERTY, 2017), sendo necessárias seu desenvolvimento para melhorar o desempenho e obter os benefícios promovidos com sua prática (GARCÍA-PALLARÉS; IZQUIERDO, 2011). Desta forma, se torna indispensável a realização de treinamento de força (TF) e aeróbio (TA), para aumentar a capacidade contrátil do músculo esquelético e melhorar a capacidade cardiorrespiratória, aprimorando o transporte e utilização de oxigênio, respectivamente (HOLLOSZY; COYLE, 1984), tornando evidente que estes treinamentos podem proteger o corpo de efeitos deletérios quando não realizados.

A perda progressiva de massa muscular leva a um declínio da força e da potência (CLARK; MANINI, 2012; MANINI; CLARK, 2012; MORLEY et al., 2001). Estudos apontam que a força pode ter maior importância clínica do que a massa muscular (KIM et al., 2012), isto em função de que a diminuição da força é capaz de induzir mudanças que incluem reduzida ativação da musculatura agonista e antagonista (KLASS; BAUDRY; DUCHATEAU, 2007) e alterações morfológicas que incluem diminuição no diâmetro da fibra do tipo II e comprimento diminuto do fascículo. Estas mudanças fisiológicas promovem prejuízos drásticos para a qualidade muscular e capacidade funcional (FRONTERA et al., 2008).

É necessário, então, incrementar os ganhos da força muscular, pois além de sua maior eficácia em prever o desempenho físico comparado com a massa muscular (KIM et al., 2012; LATHAM et al., 2004), as adaptações neurais geradas, como aumento do recrutamento de unidades motoras (KNIGHT; KAMEN, 2001) e aprimoramento da taxa máxima de disparo da unidade motora (KAMEN; KNIGHT, 2004), bem como aumento da

massa muscular (AHTIAINEN et al., 2010; NOGUEIRA et al., 2009), são fatores que influenciam na qualidade muscular. O TF é uma possível intervenção para neutralizar a diminuição da massa magra (GENTIL et al., 2016), potencializando o aumento nos níveis de força.

Tendo em vista a força e a aptidão aeróbia serem importantes para o desempenho e a busca por treinamentos tempo-eficientes, foram propostos modelos de treinamento que buscassem adaptações positivas em ambas variáveis (força e aptidão aeróbia) em uma mesma sessão de treino, denominado treinamento concorrente (TC). Essa nomenclatura se dá devido à respostas distintas que cada tipo de treinamento causa, induzindo concorrências quanto as adaptações músculo esqueléticas e a fatores moleculares (COFFEY; HAWLEY, 2017; FYFE; BISHOP; STEPTO, 2014). Diante disso, diversas pesquisas foram realizadas para esclarecer o fenômeno da interferência que ocorre entre estes dois exercícios (FYFE; BISHOP; STEPTO, 2014; DOCHERTY; SPORER, 2000).

Duas hipóteses podem justificar a interferência no TC. A primeira seria a hipótese crônica que é justamente a interferência que o TC causa nas adaptações musculares durante o período de treinamento devido às diferentes vias de sinalizações (COFFEY; HAWLEY, 2017; DE SOUZA et al., 2013; NADER, 2006) e a segunda a hipótese aguda, que devido à sessão prévia de treinamento aeróbio, haveria uma fadiga residual (falta de substrato energético) interferindo o desenvolvimento muscular. Contudo, como mostrado em estudo de Hickson (1980), o fenômeno da interferência sobre o ganho de força parece acontecer a partir da oitava semana de treinamento. Desta maneira, o TC parece ser uma estratégia adequada para o desenvolvimento da força e aptidão aeróbia para sujeitos sedentários (COFFEY; HAWLEY, 2017).

Dentre este processo de treinamento, fica evidente a necessidade de controlar as alterações funcionais que ocorrem ao longo de uma intervenção. Uma ação motora que se relaciona à força muscular desenvolvida é o salto vertical (SV). Alguns estudos reportam que treinamento com ênfase no ganho de força, conseqüentemente contribui para a realização de saltos mais altos (BAKER, 1996; KRASKA et al., 2009; STONE et al., 2003), apontando para relação força muscular/SV, desta forma, quanto maior o nível de força muscular, melhor será o desempenho no salto (BAKER, DANIEL; WILSON, GREG; CARLYON, 1994).

Sendo o TC uma estratégia para o desenvolvimento da força e aptidão aeróbia e levando em consideração a interferência que pode ocorrer devido a hipótese aguda e crônica do TC, no que diz respeito ao desenvolvimento muscular causada por este treinamento, a presente dissertação propõe o controle do SV, através da altura alcançada durante as sessões de treinamento, com a finalidade de verificar o desempenho da força de membros inferiores de forma aguda e crônica, após a realização do treinamento concorrente e de força.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Treinamento de força e suas adaptações

Em um artigo clássico, Costill et al. (1979), conceituaram que a contração muscular realizada de forma voluntária e sistemática contra uma resistência, é conhecida como TF ou treinamento resistido. E ainda, estes autores, como forma de determinar as adaptações ocorridas com este tipo de treinamento nas fibras musculares, recrutaram cinco homens para um teste de força pré e pós sete semanas, no qual para cada perna foi realizado um tipo de exercício diferente, uma perna predominantemente para acentuar

a capacidade aeróbia e a outra melhorar a força. Os autores verificaram em seus resultados, diferentes adaptações ocorridas pelo músculo de acordo com o estímulo específico que foi dado.

Na busca de adaptar o músculo frente a um finalidade requerida, quando o objetivo do treinamento é desenvolver a força de membros inferiores e aumentar a capacidade contrátil dos músculos, os melhores exercícios para este fim são o *leg press* e agachamento no *hack* (HOFFMAN et al., 2005). Assim, o aumento da força depende da ação muscular que é exercida em uma atividade. Algumas variáveis podem ser manipuladas durante o TF como: as séries executadas, tempo de repouso, velocidade de contração, entre outros, que causem adaptações musculares de acordo com a especificidade requerida para entender o comportamento fisiológico e adaptações neurais causadas pelas ações motoras para um melhor desempenho (REILLY; MORRIS; WHYTE, 2009).

Com o decorrer do treinamento, o aumento dos níveis de força tende a diminuir, devido as adaptações geradas. O volume de treinamento pode ser uma variável mensurada para maximizar os resultados de TF. Para verificar se o número de repetições e a carga levantada poderiam ser um fator significativo para aumentar os ganhos de força, Baker e colaboradores (BAKER, DANIEL; WILSON, GREG; CARLYON, 1994), treinaram homens por 12 semanas aplicando uma intervenção no qual em um grupo seria realizado TF com séries e repetições variando em todas as semanas e outro grupo sem grandes variações (mais linear), porém, o volume e a intensidade deveriam ser a mesma. Ao final da intervenção os autores observaram que não houve diferença na força máxima, mostrando a importância do volume do treinamento.

No processo de adaptação frente ao estímulo imposto e para que o TF seja otimizado, um outro ponto a ser considerado é a intensidade em que a carga de

treinamento é realizada. Foi mostrado em artigo de Benedict (1999), que cargas acima de 80% do RM resultam não só maior ativação neural, mas também maiores ganhos de força, devido a tensão muscular gerada ser maior, concomitante a isso, a velocidade de contração deve ser menor, devido a alta carga, fazendo com que o músculo responda progressivamente ao estresse.

Para que o volume de treinamento seja adequado, outra variável a ser considerada é o número de séries realizadas. Com a finalidade de verificar a dose/resposta de diferentes séries nos ganhos de força, Radaeli et al. (2015) treinaram homens por seis meses, sendo três sessões por semana, no qual três grupos realizariam quatro exercícios com carga de 5RM, com os grupos fazendo uma, três e cinco séries. Os resultados apontaram para maiores índices no aumento de força em sujeitos que realizaram múltiplas séries.

Para promover melhores ganhos em força muscular, é aconselhado realizar o TF por no mínimo duas vezes semanais, oito a 10 exercícios e de oito a 12 repetições (HASKELL et al., 2007). O processo adaptativo envolve não só a execução motora muscular, mas o intervalo entre os exercícios. Kramer et al. (2002) em um posicionamento sobre treinamento resistido para adultos saudáveis, reporta que o intervalo a ser empregado seja feito de um a dois minutos e ainda mais otimizado caso a intervenção seja realizada em uma zona de seis a 12 RM, os autores ainda lembram que as séries devem ser executadas em velocidade moderada.

Dada a importância do TF no aumento da capacidade contrátil e massa magra, há também citações reportando melhora no desempenho em corridas, tanto na melhora da $\dot{V}O_{2max}$, quanto para V_{max} , como apresentado em revisão sistemática de Yamamoto et al. (2008). Neste artigo, os autores mostraram vários sujeitos que treinaram força máxima e força explosiva, tiveram tanto aumento de força máxima quanto no $\dot{V}O_{2max}$, porém,

somente os indivíduos que receberam treinamento de força máxima tiveram resultados significativos na corrida realizada em esteira (MIKKOLA et al., 2011).

Segundo Ferrauti et al. (2010), o TF realizado por duas vezes na semana, não é capaz de mudar significativamente o $\dot{V}O_{2max}$, refutando vários artigos que reportaram a melhora pós este tipo de treinamento (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; SANTOS-CONCEJERO; GRIVAS, 2016; HÄKKINEN et al., 2003; YAMAMOTO et al., 2008). O fato de ter diminuído o $\dot{V}O_{2max}$, pode ter ocorrido pela intervenção ser curta, sendo esta uma limitação colocada pelo próprio autor (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010).

Destacando a importância do TF no $\dot{V}O_{2max}$, em revisão apresentada por Balsalobre-Fernández et al. (2016) no qual o principal critério de inclusão foi de que os sujeitos do estudo tivessem o $\dot{V}O_{2max}$ acima de 60 ml/Kg/min, os resultados foram os mesmos de Milanović et al. (2015), no qual o $\dot{V}O_{2max}$ foi avaliado a partir de 50 ml/Kg/min, porém enfatizando principalmente exercícios de força realizados de duas a três vezes por semana. Desta maneira, tanto sujeitos bem treinados com altas estimativas de $\dot{V}O_{2max}$, quanto ativos fisicamente, que desejam ter seu $\dot{V}O_{2max}$ acentuado, o TF realizado de forma crônica tem efeito favorável, já que de forma aguda este efeito pode prejudicar o desempenho em uma corrida (MARCELLO; GREER; GREER, 2016).

A evolução no desempenho da corrida causada pelo TF, ocorre concomitante com a melhora da economia de movimento (VORUP et al., 2016), devido à um acréscimo no recrutamento de unidades motoras, sincronização de fibras, coordenação muscular (BEATTIE et al., 2014, 2017), induzindo a adaptações musculares relacionados a capacidade anaeróbia (VORUP et al., 2016), alcançando velocidades maiores (V_{max}). Em estudo de Taipale et al. (2010), os autores reportaram que oito semanas de TF parece

ser suficiente para que indivíduos ativos melhorem o desempenho em corrida pelo aumento da V_{max} .

2.1.1. Treinamento de força e salto vertical

Para o desenvolvimento ou manutenção da força muscular é essencial a realização do TF, para que desta forma, a habilidade em gerar movimento, se estenda durante todo um treinamento sem prejuízos. Em estudo realizado por Wisløff et al. (2004), ao verificar que jogadores de futebol diminuíam sua capacidade de realizar “sprints” e exercer força, devido as circunstâncias que o jogo exige, os autores analisaram se a força muscular esta sofrendo algum detrimento, determinando se a força máxima se correlaciona com SV. Os autores chegaram a conclusão que houve correlação entre força e SV, provavelmente devido ao treinamento realizado, com ênfase na fase concêntrica, característica do SV.

Muitos artigos mostram a relação entre força e o SV (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016; WISLØFF et al., 2004) sendo que na máxima contração muscular a altura do salto será maior. Desta forma, o SV tem sido empregado como um método adequado para avaliar a força rápida de membros inferiores, sendo preconizado por Bosco e Komi (BOSCO; KOMI, 1979) e também indicado em estudo de Comfort et al. (2014), no qual também encontraram correlação entre força e SV, principalmente quando a avaliação for realizada na modalidade *squat jump*, sugerindo a relação existente entre a força e o SV, indicado pela expressão da força rápida proporcionada pelo salto.

Para verificar se o TF proporciona efeito no SV Henessy e Watson (1994) treinaram por oito semanas 31 jogadores de rugby, separados em três grupos: treinamento de força (TF), treinamento aeróbio (TA) e o treinamento de força/aeróbio (FA). Os autores reportaram em seus resultados ganhos em força muscular nos grupos

FA e TF, apontando também para um aumento significativo no SV somente no grupo TF, mostrando uma relação nos ganhos de força muscular e a altura do salto.

Desta maneira, ao realizar o TF é esperado que o SV aumente, porém, o histórico de treinamento dos sujeitos avaliados pode ser crucial para determinar os resultados. Ao realizar uma intervenção de 12 semanas com indivíduos treinados e não treinados, ambos realizando TC e TF, Glowacki e colaboradores (2004), reportaram que para indivíduos treinados, não houve diferença no SV em nenhum dos tipos de treinamento (TC e TF), diferente daqueles não treinados, que após o período de treinamento não houve efeito quanto a altura do SV. Destacando assim que em indivíduos com experiência em TF, há maior facilidade de se observar o comportamento do TF através da influência do SV.

Resultado semelhante ao do artigo supracitado (GLOWACKI et al., 2004), foi reportado por McCarthy e colaboradores (1995). Neste estudo, homens sedentários foram submetidos a três tipos de treinamento diferente; um realizado de forma concorrente, outro de força e um aeróbio (n= 10 cada grupo), por 10 semanas. A intervenção foi realizada por três vezes na semana. Foi possível observar nos resultados, um aumento no SV e na força máxima (RM) em todos os grupos que realizaram o treinamento (concorrente, força e aeróbio). Uma limitação do artigo pode ser o fato dos sujeitos serem sedentários, mostrando a importância do histórico de treinamento dos participantes.

2.2. Treinamento aeróbio

O treinamento aeróbio (TA) é importante para melhorar a aptidão cardiorrespiratória. Sua principal característica é a realização do exercício de longa duração e intensidade moderada. Um índice para sua avaliação é o $\dot{V}O_{2max}$, que é

considerada a máxima quantidade de oxigênio que o corpo consegue transportar e utilizar, podendo ser expresso de forma absoluta (L/min) ou relativa (ml/kg/min) (BASSETT; HOWLEY, 2000). Todo sistema pulmonar é dependente de uma sinergia com fatores periféricos do corpo humano, pois esse sistema depende da afinidade da hemoglobina em carregar as moléculas de oxigênio. Concomitante a estes fatores, a quantidade de glicogênio ofertada, capilaridade e quantidade e densidade mitocondrial podem afetar esse componente periférico (DOCHERTY; SPORER, 2000).

Dada a importância do TA e dentre as possibilidades de variação para sua realização como esteira, bicicleta, corrida de rua entre outros, Burgomaster et al. (2008) verificaram se diferentes estratégias de treinamento alteram marcadores fisiológicos durante exercícios realizados em cicloergômetro. Para tanto homens e mulheres realizaram um protocolo de treinamento intervalado com “*sprints*” (três a quatro *sprints* com intervalo de recuperação de quatro minutos e 30 segundos por três dias na semana) e outro de treinamento contínuo (40 a 60 minutos de forma contínua por cinco dias na semana). Os autores observaram em seus resultados que em ambas as intensidades, os sujeitos tiveram adaptações similares, como maior biogênese mitocondrial e capacidade oxidativa. Sugerindo ainda que, realizado em alta intensidade, devido ao menor volume, pode ser uma boa estratégia de treinamento tempo/eficiência para obter adaptações de um TA.

O treinamento aeróbio parece ser uma boa estratégia para melhora ou manutenção do $\dot{V}O_{2max}$. Com a finalidade de verificar o aumento da capacidade aeróbia com maneiras distintas de treinamento, Macpherson et al. (2011), recrutaram homens e mulheres nos quais foram randomizados em um grupo de treinamento contínuo a 65% do $\dot{V}O_{2max}$ por 30 minutos nas duas primeiras semanas, aumentando 15 minutos a cada duas semanas; e o grupo que realizou *sprints* de forma intermitente por 30 segundos e

quatro minutos de recuperação, com quatro *sprints* nas duas primeiras semanas, aumentando um *sprint* a cada duas semanas. Os autores reportaram em seus resultados aumento no $\dot{V}O_{2max}$ em ambos os grupos.

Os artigos de Nybo et al. (2010) e Collins e Snow (1993), corroboram com os achados citados acima, nos quais sujeitos submetidos a treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI), tem maior aumento no $\dot{V}O_{2max}$ quando comparados com sujeitos que treinam de forma contínua. Contudo, podemos considerar que o treinamento aeróbio aponta para desenvolvimentos no $\dot{V}O_{2max}$, com valores mais relevantes quando realizado de forma intervalada do que contínua e ainda mais acentuados em sujeitos destreinados comparado com treinados.

2.3. Treinamento concorrente

2.3.1. Histórico do Treinamento Concorrente

Em 1980, Hickson, que praticava treinamento de força, foi realizar seus estudos no laboratório do professor Holloszy. Sempre acompanhava seu professor em suas corridas. Com o passar do tempo, Hickson foi percebendo que sua massa muscular e força foram diminuindo na mesma magnitude do treinamento que realizavam e ao relatar tal fato a Holloszy, o professor propôs que esta situação fosse o tema de seu estudo. Desta forma, foi realizado o estudo em que TA e TF fossem realizados simultaneamente para verificar o efeito no desenvolvimento da força.

Para tal estudo (HICKSON, 1980), foram recrutados homens, os quais foram submetidos a 10 semanas de treinamento por cinco vezes semanais. Para tanto, os sujeitos foram separados em três grupos, um que realizaria um treinamento isolado de força, outro somente o TA e o grupo que treinaria força e aeróbio na mesma sessão. O

resultado deste estudo foi que o grupo que realizou o TF, não aumentou seu $\dot{V}O_{2max}$, diferente do grupo de TA e do TF e TA (na mesma sessão), o qual tiveram um aumento significativo no $\dot{V}O_{2max}$. O grupo que realizou o TF e TA, teve uma queda na força a partir da oitava semana quando comparado ao grupo TF, mostrando que quando realizados na mesma sessão podem afetar o ganho de força a partir da oitava semana.

Craig et al. (1991) após realizarem treinamento por 10 semanas e três vezes semanais, 36 homens foram randomizados em três grupos diferentes; o primeiro grupo (força) realizou somente treino resistido; o segundo (corrida), um treinamento aeróbio e por último realizou resistido e aeróbio (concorrente) na mesma sessão. Os autores observaram em seus resultados, que ambos os grupos (grupo corrida e no grupo concorrente) não apresentaram ganhos de força, porém aumentaram o $\dot{V}O_{2max}$ significativamente, corroborando com o estudo realizado por Hickson (1980).

Desta forma, observamos a existência de diversas possibilidades de variação entre protocolos de treinamento como tempo de recuperação, intensidade (zona de intensidade de treinamento em que haveria o efeito da interferência), exercício empregado, implicando nos resultados quanto a hipótese da interferência (FYFE; BISHOP; STEPTO, 2014). Alguns artigos vão a favor da hipótese da interferência (KRAEMER et al., 1995; WILSON et al., 2012) outros contra (MCCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002), desta forma é necessário observar o fenômeno da concorrência deste tipo de treinamento, quando é mantido uma intensidade de treinamento que cause a interferência, como proposta por Docherty e Sporer (2000). Com a finalidade de verificar se o TA realizado interfere no TF devido à hipótese de fadiga residual.

Quando realizados numa mesma sessão, TF e TA podem apresentar uma “concorrência” entre suas vias adaptativas (HAWLEY, 2009), interferindo no desenvolvimento. Glowacki e colaboradores (2004) ao verificarem respostas fisiológicas

a nível celular de ambos os treinamentos, comparado a sendo realizados de forma isolada, concluíram que em homens jovens e saudáveis, o TC não alterou o desenvolvimento da força, mas pode inibir a melhora do $\dot{V}O_{2max}$, pois diferentes vias de sinalização são ativadas dependendo do estímulo recebido pelo tipo de treinamento. O treinamento de força é capaz de induzir o aumento da expressão da proteína alvo da rapamicina em mamíferos (mTor) pela via da fosfatidil-inositol 3 quinase/proteína quinase B (PI3K/Akt), que modula a síntese proteica, enquanto o exercício aeróbio induz a expressão maior da proteína quinase ativada por AMP (AMPK), que conseqüentemente inibe a mTor e ativa a expressão biogênica mitocondrial (NADER, 2006).

Além disso, esses dois tipos de treinamento, aeróbio e de força, representam as extremidades em relação a adaptações fisiológicas. Para melhora da aptidão aeróbia, o exercício tem como característica um maior tempo de execução, geralmente mantida por vários minutos, onde neste caso o organismo é capaz de se adaptar melhorando sua capacidade de transportar oxigênio (VO_2), sem aumento da massa magra (NADER, 2006). A força muscular caracteriza-se por cargas máximas ou quase máximas e curtos tempos de execução, levando a um aprendizado neuromuscular e maior recrutamento de fibras musculares, hipertrofia e hiperplasia das células musculares (NADER, 2006).

Vale ressaltar que alguns pontos em relação a interferência devem ser levados em consideração. Em artigo realizado por Silva et al. (2012), 44 mulheres ativas foram submetidas a 11 semanas de treinamento, randomizadas em quatro grupos: treinamento de força e aeróbio contínuo; treinamento de força e aeróbio intervalado; treinamento de força e bicicleta e treinamento de força isolado. Cada grupo realizou a intervenção por duas vezes na semana. Todos os grupos que realizaram o treinamento de força e aeróbio (de forma concorrente) tiveram aumento na força muscular, contudo, vale ressaltar que

o intervalo entre as sessões foi de 72 horas, sendo um tempo de intervalo inapropriado para que ocorra a interferência.

Foram encontrados na literatura alguns achados, os quais apontam que a escolha do protocolo do exercício aeróbio é capaz de determinar a magnitude do efeito da concorrência que o treinamento pode ocasionar entre as vias. A intensidade do treinamento aeróbio pode ser um fator determinante que condiciona respostas distintas. Em estudo de Fyfe et al. (2016), após uma intervenção de oito semanas, dois grupos, um executando TA de forma intermitente em alta intensidade e o outro grupo TA de intensidade moderada, ambos treinamentos realizados previamente ao exercício de força, foram capazes de atenuar o ganho de força, mostrando a importância do exercício aeróbio para confirmar o fenômeno da interferência do treinamento.

Nos primeiros dias e semanas de treinamento, as respostas adaptativas são similares entre os treinamentos realizados de forma isolada e concorrente, porém, após algumas semanas, inicia-se o processo adaptativo da musculatura diante do treinamento realizado e o fenótipo músculo esquelético se especifica de acordo com a necessidade do sujeito e o treinamento que está sendo executado. Essa mudança de fenótipo gera distúrbios quanto as adaptações, caso o treinamento seja realizado de forma concorrente, já que o treinamento de força e treinamento aeróbio solicitam vias de sinalização intracelulares adaptativas diferentes (COFFEY; HAWLEY, 2017).

Para mostrar a efetividade do TC no desempenho de atletas de provas longas, em estudo realizado por Yamamoto e colaboradores (2008), foi mostrado que um programa de TC traria melhora no desempenho de corredores de longas distâncias devido a adaptações de enzimas e neuromusculares, aumento da produção de força, eficiência mecânica, recrutamento motor, que culminam na melhora da corrida. Desta forma, estes autores mostraram que há aumento da densidade capilar e função

mitocondrial e complementando, como reportado em estudo de Abernethy et al. (1994), no qual houve aumento da força e das fibras musculares.

Mesmo com essas vias de sinalização sendo opostas em suas respectivas adaptações e com o TF não melhorando as taxas de $\dot{V}O_{2max}$, a força deve ser exercitada mesmo se o objetivo seja melhora da capacidade cardiorrespiratória. Em artigo de revisão realizado por Tanaka e Swensen (1998), os autores verificaram que o TF, além de aumentar o tamanho da fibra produzindo uma capacidade contrátil maior do músculo, conseqüentemente apresenta uma economia de movimento durante um TA, devido a menor ativação das fibras musculares.

Com a intenção de se adotar uma estratégia de treino que induza a interferência, foi notado a importância da intensidade do exercício aeróbio e de força para que seja atingido o objetivo. Em artigo apresentado por Docherty e Sporer (2000), os autores mostraram a necessidade de entender algumas variáveis como experiência em treinamento, volume de treino, intervalos de recuperação para melhor investigar o fenômeno da interferência, mas a intensidade deveria ser maior que 10RM e 95 – 100% da máxima potência aeróbia, para força e aptidão aeróbia, respectivamente. Este modelo proposto é baseado em adaptações fisiológicas provocadas pelo treinamento realizado de forma específica (TF e aptidão aeróbia) e para realmente ocorrer o fenômeno da interferência, deveriam ser realizadas em uma mesma sessão de treino.

Para determinar a influência da ordem de execução dos exercícios, Inoue et al. (2015), realizaram um estudo com 11 homens que tinham experiência em treinamento resistido de no mínimo seis meses. Os voluntários do estudo, deveriam realizar um esforço em duas sessões randomizadas de aeróbio a força, nesta ordem, e em outro momento força e aeróbio. Os autores observaram que quando o exercício aeróbio era realizado previamente ao de força, mostrou menor número de repetições realizadas,

consequentemente, um menor volume, muito provavelmente devido a fadiga residual causada por esta ordem de execução.

É importante observar qual o efeito do exercício aeróbio realizado em musculaturas distintas, de membros superiores e inferiores. Para tanto, de Souza et al. (2007) recrutaram oito sujeitos fisicamente ativos, para realizar um treinamento com finalidades distintas; em um grupo aeróbio contínuo, induzindo uma fadiga central e outro grupo fazendo um treinamento aeróbio intermitente induzindo a fadiga central e periférica. O grupo que realizou o treinamento intermitente (maior intensidade), executou um menor número de repetições no exercício *leg press*, quando comparado ao grupo que fez somente o exercício aeróbio. Um outro exercício realizado foi o *bench press*, no qual, após uma comparação entre os grupos, não houve mudança significativa na quantidade de repetições executadas, demonstrando desta maneira a fadiga residual causada somente pela musculatura ativa.

2.4. Salto vertical

Por volta dos anos 70, vários trabalhos foram publicados com o objetivo de analisar o SV em diversos aspectos biomecânicos e musculares. Dois principais autores da época, Paavo Komi e Carmelo Bosco, tiveram muitos artigos publicados sobre essa temática. Após Luhtanen e Komi (1978) analisarem a biomecânica de salto com vídeos e na plataforma de força, os autores verificaram que diferentes partes corporais (perna, braço, cabeça), tiveram influência na eficácia do SV e que a contribuição maior foi de membros inferiores e que o quadril, braços e cabeça tinham auxílio menos expressivo. Contudo, eles notaram que houve uma variação na altura do salto entre indivíduos, mesmo utilizando técnicas iguais e as mesmas partes do corpo.

Para investigar o motivo de diferentes sujeitos apresentarem uma diferença na altura do salto, como apresentado acima (LUHTANEN; KOMI, 1978), em um estudo clássico de Bosco e Komi (1979), foi analisado quais tipos de fibras musculares eram recrutadas por meio da técnica de biopsia. Para tanto, 34 estudantes realizaram o SV de duas formas: com um contramovimento, *counter moviment jump* (CMJ) e sem um prévio contramovimento (SJ). Os dois saltos realizados foram diferentes na altura, sendo que, o CMJ foi maior que o SJ. Os resultados apontaram para uma relação das fibras musculares do tipo rápidas dos indivíduos que saltaram mais alto serem mais eficazes em estocar e utilizar energia elástica.

O SV é um componente de sucesso e uma necessidade requerida em muitos esportes (BAKER, 1996; MITCHELL et al., 2017). O fato de ter usado o SJ no presente estudo, dentre outros descritos no artigo de (KOMI; BOSCO, 1978) é justamente devido a especificidade do salto quanto à forma avaliada neste trabalho, pois se anula a ação do mecanismo elástico do músculo, assim o ciclo de encurtamento-alongamento com a realização do SJ, se torna mais específica ao treinamento realizado por nosso estudo pelo gesto motor ser similar ao do agachamento no aparelho hack realizado pelos participantes. Cuk et al. (2014), mostraram em seu estudo que o músculo da perna pode ser avaliado por ter como principal ação motora no movimento a fase concêntrica, sendo altamente específica do agachamento.

Algumas variáveis devem ser levadas em consideração, como o auxílio do corpo na altura do salto e o tipo de fibra muscular predominante nas pessoas. Mesmo os braços apresentando efeito na altura do salto, como mostrado em estudo de Harman e Rosenstein (1990), como forma de avaliar a força máxima, Gutiérrez-Dávila et al. (2014), analisaram o SV de 25 estudantes, concluindo que o SJ, sem a ajuda dos braços, pode ser uma boa forma de avaliar a força de membros inferiores e a manifestação de força

máxima. Outro ponto a ser ressaltado é se no momento do salto o músculo está suficientemente estimulado, como apresentado em trabalho de Bobbert e Cassius (2005), no qual os autores pontuaram que a diferença de altura entre os saltos, pode estar relacionado ao estado de atividade muscular.

Uma outra variável a ser levada em consideração é a angulação em que os sujeitos são posicionados no momento do agachamento antes de realizar o salto, podendo, desta maneira, influenciar no salto. Em estudo de Mitchel et al. (2017), foram recrutados 13 sujeitos para avaliar qual a angulação dos joelhos que reflete o melhor desempenho na altura do SV. Para tanto, os indivíduos foram colocados a diferentes angulações, na qual executaram saltos a 90°, 100°, 110°, 120°, 130°. Assim, os autores chegaram à conclusão que em saltos realizados a 90° e 100°, os sujeitos teriam melhor desempenho.

Uma questão que também pode ser um fator que influencie no SV são os diferentes graus de treinamento dos sujeitos, contudo, com o objetivo de verificar essa hipótese, em artigo apresentado por Argus et al. (2012), foram avaliados força e potência de jogadores de futebol com níveis diferentes de treinamento como profissionais, semiprofissionais, amadores e jogadores universitários. Neste estudo foi verificado uma relação de quanto mais alto o nível de treinamento, mais alto era a altura do SV, mostrando assim, a importância do histórico de treinamento na determinação da altura do salto. Portanto, esses dados sugerem que quanto mais treinado for o sujeito, maior será sua adaptação neural e conseqüentemente maior o SV.

2.4.1. Salto vertical e avaliação aguda

Uma característica do SJ é a posição estática do sujeito antes da realização do salto, havendo predominância da força de membros inferiores. Considerando este

aspecto, UGRINOWITSCH et al. (2000), realizaram um estudo para verificar a existência de uma relação da força máxima com o aumento do desempenho de SV, determinando se o SV é capaz de prever o desempenho de atletas de voleibol através de testes isocinéticos. O resultado deste estudo foi que não houve correlação entre as variáveis, muito provável pela especificidade do teste, já que o SV recruta diversas articulações e músculos e o teste isocinético são testes monoarticulares. Estudo de McClenton et al. (2008), ressaltaram que quanto maior o grau de especificidade do salto, melhor seria a capacidade de decisão na escolha do treinamento ou teste de salto aplicado para avaliar o desempenho atlético.

Com sucessivos treinamentos ou competições, o atleta pode ter seu desempenho afetado e uma disposição em aumentar o acúmulo de fadiga, desta forma, é importante conhecer a carga apropriada de treinamento para obter a adaptação esperada evitando uma sobrecarga e predispondo a um risco maior de lesão, despontando a necessidade de monitorar a fadiga e conseqüentemente o treinamento. Segundo Taylor et al. (2012), o SV é uma maneira prática e acessível, frequentemente usado para avaliar a função neuromuscular e saltos sem carga são mais sensíveis em observar a fadiga do que com cargas. No que diz respeito ao aspecto prático, o SV parece ser uma boa ferramenta para monitorar o treinamento de forma aguda e crônica.

Corroborando com estudo acima citado (TAYLOR et al., 2012), outro estudo que também confirma que o SV pode ser uma maneira de detectar o estado de fadiga relacionado a um treinamento e comportamento do desempenho atlética de indivíduos é o de Loturco et al. (2017). Adicionalmente, com a finalidade de examinar o percentual de fadiga Oliver et al. (2015), analisaram jogadores de rugby foram submetidos a um teste de SV. Após sete semanas de uma temporada, realizando saltos treino-a-treino, 11

atletas foram avaliados e os autores tiveram como resultado que o SV pode ser uma maneira de acompanhar o índice de fadiga dos atletas.

Para verificar se um atleta está sobrecarregado quanto a carga de treinamento ou um período competitivo está levando ao estresse muscular Thorpe et al. (2017) verificaram se o SV pode ser uma ferramenta sensível em constatar se os atletas estão realizando uma recuperação suficiente, para tanto, foram analisados dez jogadores de futebol profissional durante 17 dias, analisando tanto dia de treinamento quanto de jogos. Ao final deste período, os autores reportaram que o SV foi efetivo em verificar a fadiga de atletas de futebol, pois nos dias de jogos, em que há um esforço físico maior, o SV foi menor, muito provavelmente devido à queda da função neuromuscular.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

O objetivo deste estudo é verificar o efeito agudo e crônico do treinamento concorrente e de força sobre o SV.

3.2. Objetivos específicos

- Investigar se o SV é sensível em monitorar o efeito do treinamento concorrente e força após uma, duas, quatro, oito e dez semanas de treinamento;
- Verificar se o treinamento aeróbio realizado em alta intensidade tem algum efeito sobre a carga de treinamento e conseqüentemente sobre o SV.
- Efeito de diferentes modalidades de treinamento na composição corporal.

4. MATERIAS E MÉTODOS

4.1. Questões éticas

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente (22793414.7.0000.5402). Todos os sujeitos leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido explicando os riscos e benefícios do presente estudo.

4.2. Características dos participantes

Para participar do estudo, foram recrutados somente homens eutróficos de 18 a 35 anos de idade, ativos fisicamente e com experiência mínima de seis meses em treinamento de força e aparelhos. A divulgação do projeto foi realizada por meio de recursos visuais impressos. Os interessados entraram em contato com os responsáveis do projeto no Laboratório de Fisiologia Celular do Exercício (LAFICE).

Desta forma, 29 sujeitos foram randomizados em dois grupos por sorteio simples, sendo um grupo força (GF) (n= 14) e o outro grupo concorrente (GC) (n=15). Oito sujeitos, quatro do GF e quatro do GC desistiram de participar da intervenção previamente ao seu início, totalizando n=10 e n=11 respectivamente. Ao final da intervenção, sete voluntários do GF e nove do GC realizaram todas as avaliações e testes propostos no estudo (Figura 1). Todos os participantes apresentaram atestado médico, com a liberação para a prática de atividade física de alta intensidade e sendo obrigatório apresentação do exame ecocardiograma e eletrocardiograma.

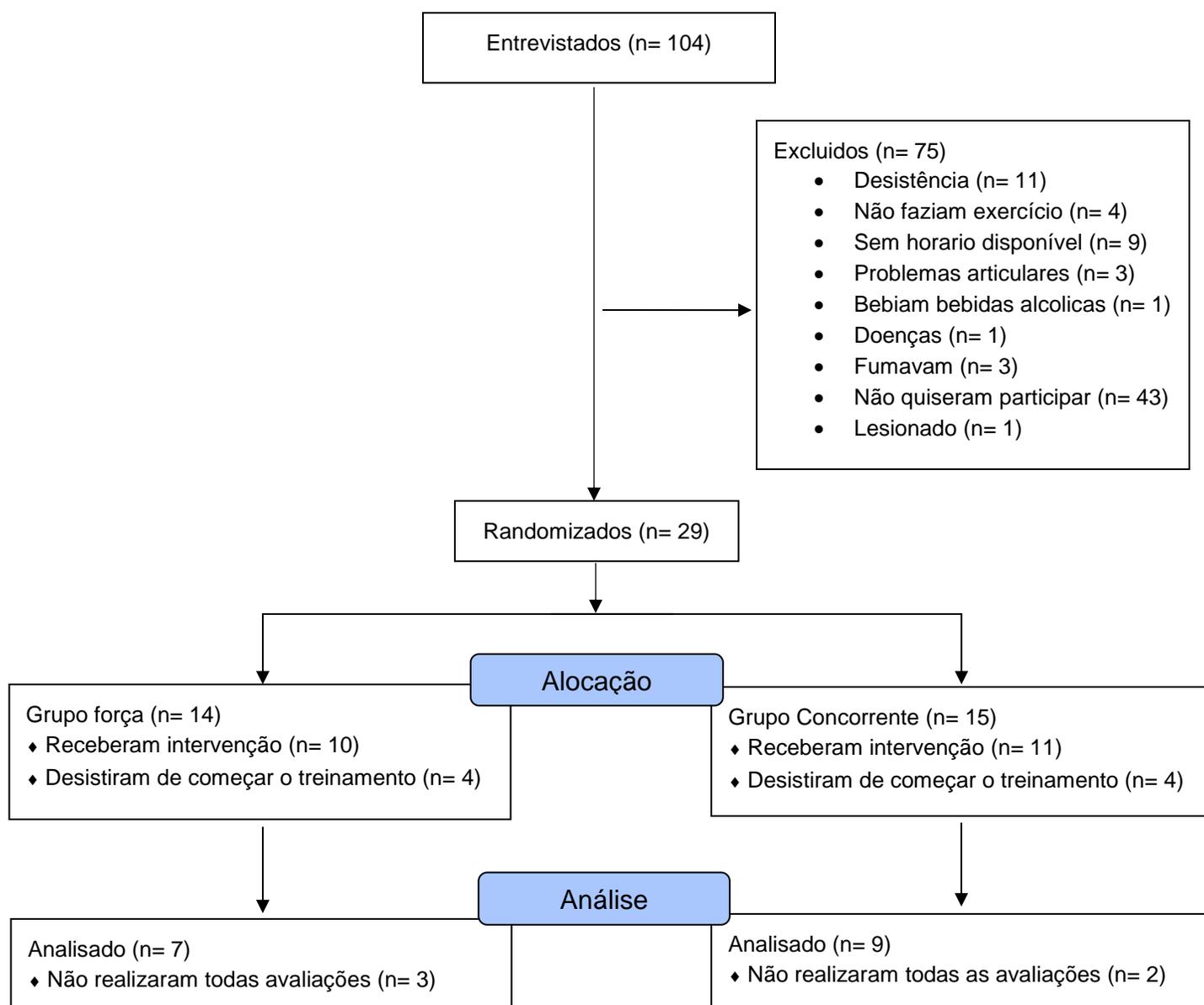


Figura 1. Fluxograma do delineamento e randomização do estudo

4.3. Delineamento do estudo

Com o intuito de avaliar os efeitos agudos e crônicos do TC e de TF sobre diferentes variáveis, a presente dissertação foi dividida em duas etapas. A etapa 1 (figura 2) teve como objetivo avaliar a alteração na altura do SV após uma sessão de TF e TC nos diferentes momentos do período de treinamento (pré treinamento, 2^a semana, 4^a

semana, 8ª semana e 10ª semana). Todos os saltos foram realizados sempre pré e pós sessão de TC (Figura 3) e TF (Figura 4).

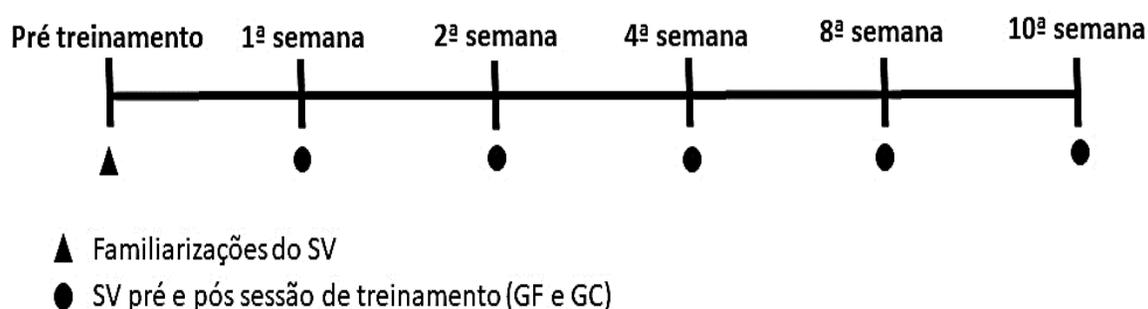


Figura 2. Delineamento da etapa 1 do estudo, avaliação aguda do SV

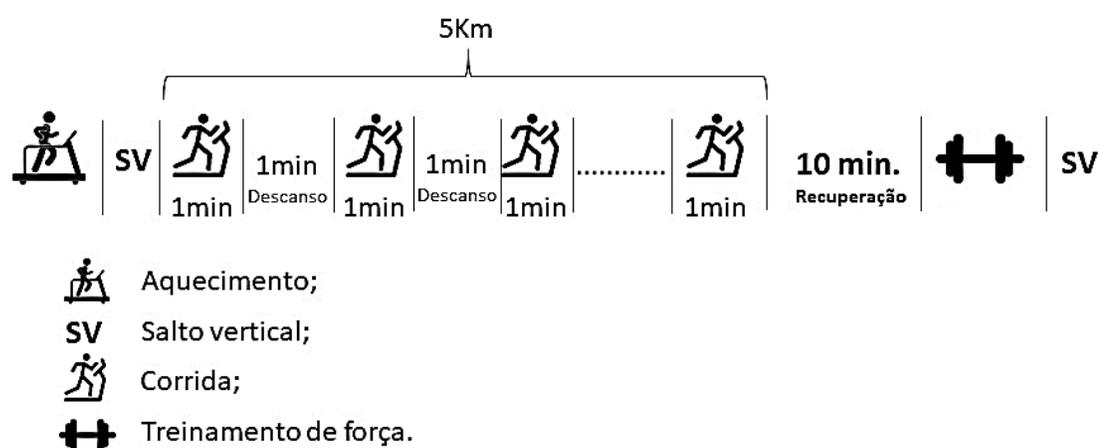


Figura 3. Sessão de treinamento do Grupo Concorrente

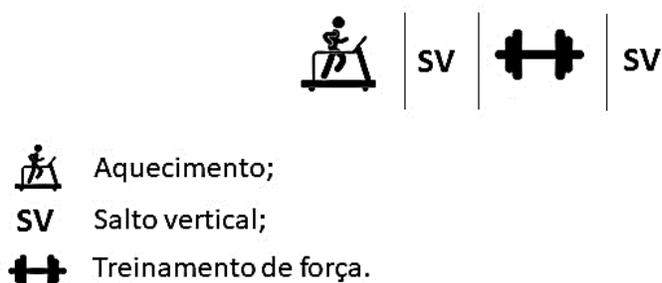


Figura 4. Sessão de treinamento do Grupo Força

Já na etapa 2 (Figura 5) a finalidade foi avaliar de maneira crônica o comportamento da composição corporal, a aptidão aeróbia ($\dot{V}O_{2max}$ e V_{max}) e

desempenho de força (tonelagem e RM) nos momentos pré intervenção, na 8ª semana e 12ª semana. O teste da aptidão aeróbia foi realizado na 4ª semana somente para o GC para ajuste da velocidade. Previamente a intervenção (Figura 5), os sujeitos foram submetidos a familiarizações no teste de força máxima (1RM) no exercício meio agachamento e do SV, e então foram realizados os testes da etapa 2. Posteriormente, dava-se início a intervenção, sendo o treinamento realizado por duas vezes na semana durante 12 semanas.

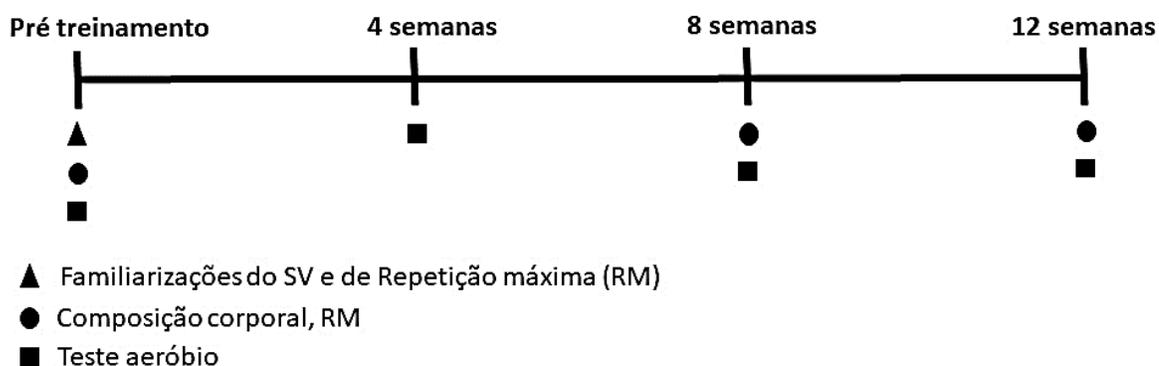


Figura 5. Delineamento da etapa 2 do estudo, avaliações crônicas

4.4. Etapa 1

4.4.1. Salto vertical

Todos os voluntários realizaram teste de familiarização para SV na modalidade SJ, em uma plataforma de contato da marca CEFISE® (Nova Odessa, Brasil), com o objetivo de explicar e corrigir a metodologia da avaliação empregada, diminuindo a chance de prováveis erros na execução. Nesta avaliação, os voluntários foram instruídos a manter as mãos na cintura durante todo o salto e ao sinal do avaliador, o participante realizava um agachamento de 90° do joelho, sendo que essa posição era mantida por aproximadamente três segundos até o sinal para saltar. Durante o salto, os sujeitos eram

orientados a manterem as pernas sempre estendidas. Todos realizavam três saltos com 10 segundos de pausa entre os saltos.

Após a realização das três tentativas, o salto mais alto foi considerado para análise posterior. O delta percentual ($\Delta\%$), a diferença em porcentagem dos saltos realizados pré e pós uma sessão de treinamento de cada semana avaliada (1^a, 2^a, 4^a, 8^a e 10^a) foi calculado, aplicando o cálculo matemático em que se faz a subtração do salto pós sessão com o pré sessão e em seguida divide-se esse resultado pelo valor do salto pré sessão. O resultado desta equação, multiplica-se por 100 $((\text{pós salto} - \text{pré salto})/\text{pré salto}) * 100$, assim, obtivemos o percentual da diferença da alteração do SV em uma sessão de treinamento.

4.5. Etapa 2

4.5.1. Composição corporal

Para a avaliação da composição corporal, foi utilizado o aparelho octopolar InBody 720 (Biospace, Seoul, Coreia). Esta análise foi realizada pela técnica de bioimpedância. No qual foi utilizado oito elétrodos, sendo dois em contato com a palma e polegar de cada mão e dois em contato com a parte anterior e calcanhar de cada pé, permitindo avaliar quatro compartimentos da massa corporal. Cinco impedâncias segmentares (braço direito, braço esquerdo, tronco, perna direita e perna esquerda) foram medidas a 1, 5, 50, 250, 500 e 1.000 KHz.

4.5.2. Avaliação da aptidão aeróbia máxima

Para determinar o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), os voluntários realizaram um teste em esteira rolante (Inbrasport ATL 2000, com capacidade máxima de 180 kg, 0 - 26% de inclinação e velocidade de até 24 km/h), com velocidade

progressiva, consistindo em cinco minutos de um prévio aquecimento a cinco km/h. Posteriormente, para o teste incremental, a velocidade inicial foi de oito km/h com incrementos de um km/h a cada dois minutos até a exaustão voluntária. O consumo de oxigênio foi mensurado através de um analisador de gases (Quark PFT, Roma, Itália) ao qual definiu-se o $\dot{V}O_{2max}$ pela média dos últimos trinta segundos. Foi considerada a velocidade máxima alcançada no teste como sendo a velocidade máxima (V_{max}). Quando não alcançado o final de um estágio, foi utilizado o cálculo da equação de Kuipers (KUIPERS et al., 1985): velocidade de fase completa final + [(tempo, em segundos, que permanece na fase incompleta final / 120s) * 1 km/h⁻¹].

4.5.3. Avaliação de força máxima

Para as familiarizações no aparelho usado para a avaliação da força máxima, foram realizadas duas séries de 12 repetições com carga mínima, no intuito de verificar o movimento correto e adaptação no aparelho. Todos realizaram um aquecimento global de cinco minutos na esteira a 50% da V_{max} . Em seguida, os sujeitos realizaram oito repetições com uma carga estimada de 50% do RM, seguido de três repetições a 80% do RM estimado como aquecimento. Para estabelecer o RM, os sujeitos eram orientados a realizar duas repetições máximas com a carga progressivas, com intervalo de três a cinco minutos. Os voluntários eram submetidos a cargas máximas, realizando movimentos dinâmicos até que fossem capazes de realizar somente um movimento com a máxima carga possível estipulando o valor de 1RM. O número de tentativas não poderia ser superior a cinco (BROWN; WEIR, 2001).

4.6. Protocolo de treinamento

4.6.1. Treinamento aeróbio

Logo após aquecimento geral de cinco minutos na esteira a 50% da V_{max} atingida no teste progressivo incremental (avaliação da aptidão aeróbia máxima), os sujeitos do GC realizavam o TA em esteira rolante de forma intermitente (1:1) um minuto correndo a 100% da V_{max} (definida através do teste de avaliação da aptidão aeróbia máxima) e um minuto em recuperação passiva, até que fosse completado 5 km de corrida.

4.6.2. Treinamento de força

Este treinamento consistia em três séries de oito a 12 repetições no exercício supino horizontal, meio agachamento, flexão de cotovelo (rosca direta), extensão de joelho, puxador costas, flexão de joelho, extensão de braço e flexão de tornozelo. Foi dado um intervalo de 90 segundos entre os exercícios e as séries. A carga de cada exercício realizado era ajustada em toda sessão de treinamento para que fosse mantido a zona de oito a 12 RM, sempre realizando três séries em cada exercício. Feito isso, a tonelagem foi calculada pela quantidade de repetições, multiplicado pelo peso levantado no exercício. Como são oito exercícios, esse cálculo foi feito para todos, somando posteriormente a tonelagem total (todos os oito exercícios).

4.7. Intervenção

4.7.1. Intervenção do Grupo Concorrente

Os sujeitos do grupo concorrente realizaram aquecimento global de cinco minutos na esteira a 50% da V_{max} atingida no teste de avaliação da aptidão aeróbia máxima (descrito no item 4.5.2). Imediatamente após o aquecimento iniciava-se o treinamento

aeróbico (descrito no item 4.6.1). Após o treinamento aeróbico os sujeitos realizavam 10 minutos de pausa para recuperação. Em seguida iniciavam o TF (descrito no item 4.6.2). O SV (descrito no item 4.4.1) foi realizado pré sessão de TA e pós TF (figura 4).

4.7.2. Intervenção do Grupo Força

Todos os participantes do GF, realizaram um aquecimento global de cinco minutos na esteira a 50% da V_{max} atingida no teste de avaliação da aptidão aeróbia máxima (descrito no item 4.5.2) e posteriormente davam início ao TF (descrito no item 4.6.2). O SV (descrito no item 4.4.1) foi realizado pré e pós TF (Figura 5).

4.8. Análise estatística

Para testar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Em seguida foi realizado o teste T-independente, visando comparar as variáveis (idade, massa corporal, massa gorda, massa magra de membro inferior, estatura, IMC, V_{max} , $\dot{V}O_{2max}$, salto, tonelagem total, tonelagem de membro inferior e RM) no momento pré intervenção entre o grupo força e concorrente. Em ambas as etapas, aguda e crônica foram realizadas análises do efeito entre grupos (concorrente e força), momento (primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana) para análise aguda e pré intervenção, oito semanas e 12 semanas para análise crônica) e interação (momento vs grupo), foi realizado o teste de medidas repetidas (ANOVA), com Post-Hoc de Bonferroni. Foi calculado o delta absoluto e percentual do SV em algumas sessões de treinamento, sendo um na primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana. Estes deltas foram utilizados para análise aguda do presente estudo. Para a análise crônica foram utilizados os dados brutos. Todas as análises foram realizadas utilizando o software *Statistical*

Package for the Social Sciences (SPSS Inc., Chicago, IL) versão 22.0. A significância foi fixada em $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

De acordo com o tratamento estatístico, na tabela 1, após a realização do *Test t* é possível observar que no momento pré intervenção nenhuma das variáveis: idade, massa corporal, massa gorda, massa muscular de membros inferiores, estatura, IMC, V_{max} , $\dot{V}O_{2max}$, salto, tonelagem total tonelagem de hack e RM se diferiram entre os grupos (GF e GC).

Tabela 1. Caracterização da amostra: Homens, eutróficos de 18 a 35 anos, fisicamente ativos.

	GF (n= 10) Média (DP)	GC (n= 11) Média (DP)	Test t <i>p-valor</i>
Idade (anos)	25,50 (2,87)	28,45 (3,83)	0,062
MC (kg)	77,99 (11,84)	75,18 (7,73)	0,524
MG (Kg)	14,94 (6,23)	12,14 (2,91)	0,195
MMMI (Kg)	19,47 (2,19)	19,51 (2,20)	0,946
Estatura (cm)	178,20 (7,26)	178,18 (6,61)	0,995
IMC (kg/m ²)	24,46 (2,88)	23,62 (2,13)	0,451
V_{max} (km/h)	12,89 (1,41)	14,07 (1,27)	0,067
$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	51,41 (4,34)	54,00 (3,67)	0,166
Salto (cm)	31,92 (4,46)	32,64 (3,15)	0,676
TonT (Kg)	8416,55 (924,66)	9064,36 (973,01)	0,147
TMI (Kg)	5602,45 (628,97)	5349,77 (877,87)	0,463
RM (Kg)	113,18 (21,82)	124,20 (21,73)	0,261

GF= grupo força; GC= grupo concorrente; MC= massa corporal; MG= massa gorda; MMMI= massa de membro inferior IMC= índice de massa corporal; V_{max} = velocidade máxima do $\dot{V}O_{2max}$; $\dot{V}O_{2max}$ = consumo máximo de oxigênio; Tont= tonelagem total; TMI= tonelagem de membro inferior; RM(hack)= repetição máxima.

5.1. Resultados agudos (etapa 1)

A altura, o delta absoluto (Δ abs) e o delta percentual ($\Delta\%$) do salto são observados na tabela 2 e nas figuras 6 e 7, no qual, nenhum efeito foi observado entre momento, grupo, ou interação.

Tabela 2. Altura, delta (Δ) absoluto e percentual ($\Delta\%$) do salto vertical dos grupos força e concorrente, representados pela média e desvio padrão, nos momentos pré treino, após 2, 4, 8 semanas e pós treino

		GF(n=5) Média (DP)	GC (n=5) Média (DP)	Efeito	F	p	η^2
Salto (cm)	Pré-treino	29,23 (3,99)	32,34 (2,02)				
	2 semanas	28,98 (5,49)	34,17 (5,24)	Momento	1,72	0,16	0,17
	4 semanas	30,31 (6,34)	36,06 (4,78)	Grupo	3,09	0,11	0,27
	8 semanas	29,58 (6,66)	34,90 (5,31)	Interação	0,97	0,43	0,10
	Pós-treino	29,29 (7,22)	36,48 (2,44)				
	Salto (cm) Δ abs.	Pré-treino	-1,57 (2,50)	-1,40 (0,88)			
2 semanas		-2,72 (1,74)	-0,37 (3,05)	Momento	0,52	0,71	0,05
4 semanas		-2,86 (2,21)	-1,85 (1,92)	Grupo	3,83	0,08	0,29
8 semanas		-3,76 (4,47)	0,28 (1,83)	Interação	1,47	0,22	0,14
Pós-treino		-1,46 (2,09)	-0,73 (1,25)				
Salto (cm) Δ %		Pré-treino	6,24 (9,21)	4,00 (2,94)			
	2 semanas	9,88 (7,58)	0,14 (9,54)	Momento	0,49	0,73	0,05
	4 semanas	9,88 (8,86)	5,92 (6,50)	Grupo	3,81	0,08	0,32
	8 semanas	12,46 (15,65)	1,26 (6,00)	Interação	1,13	0,35	0,12
	Pós-treino	5,32 (7,23)	1,56 (3,59)				

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; cm= centímetros; Δ abs.= Delta absoluto; Δ % = Delta percentual

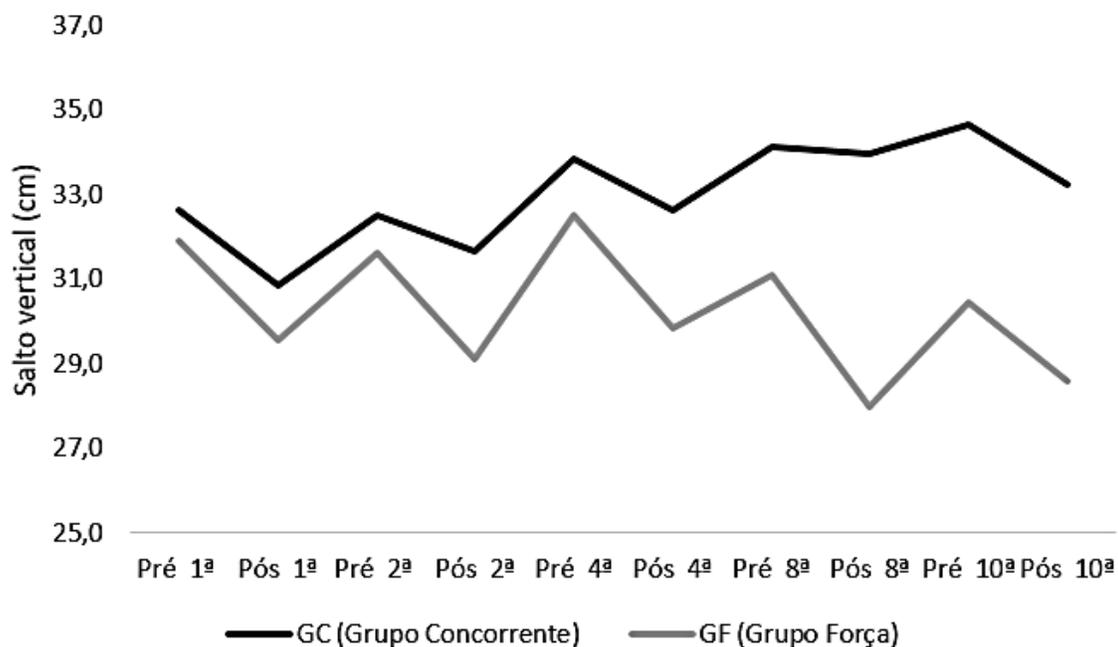


Figura 6. Efeito do SV pré e pós sessão de exercício durante a primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana.

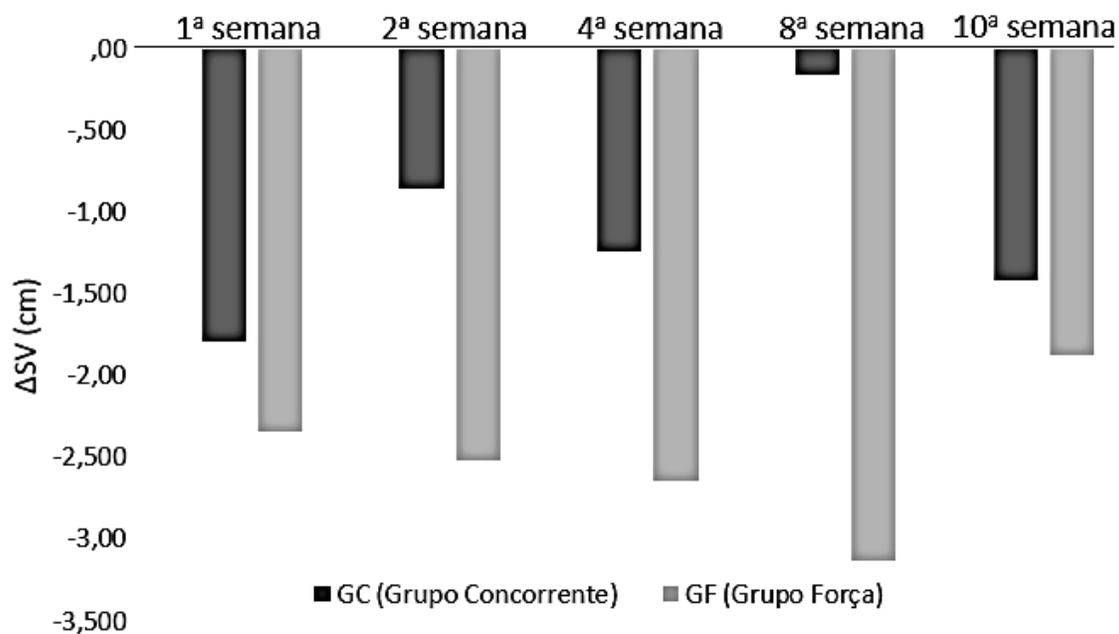


Figura 7. Efeito pré e pós sessão de exercício sobre o Δ SV durante a primeira, segunda, quarta, oitava e décima semana.

5.2. Resultados crônicos (etapa 2)

Com o objetivo de avaliar os índices de $\dot{V}O_{2max}$ dos indivíduos, foram analisados os efeitos de momento, grupo e interação, ao qual o $\dot{V}O_{2max}$ (tabela 3) não obteve efeito para momento, grupo ou interação.

Tabela 3. Valores de $\dot{V}O_{2max}$ apresentados pela média e desvio padrão pelo grupo força e grupo concorrente para homens fisicamente ativos de 18 a 35 anos e eutróficos.

		GF Média (DP)	GC Média (DP)	Efeito	F	p	η^2
$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	Pré-treino	50,48 (4,39)	54,27 (3,09)	Momento	1,066	0,359	0,076
	8 semanas	51,07 (5,38)	55,15 (3,55)	Grupo	4,019	0,066	0,236
	Pós-treino	51,03 (5,43)	56,42 (5,86)	Interação	0,427	0,657	0,032

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; $\dot{V}O_{2max}$ = Consumo máximo de oxigênio.

Para os resultados de V_{max} observados na tabela 4, não houve efeito para interação. No entanto, foi observado significância para momento e grupo. Há diferença do pré treinamento para o momento oitava semana e pós treino, porém da oitava semana para o pós-treino não houve diferença.

Tabela 4. Valores de V_{max} apresentados pelo grupo força e grupo concorrente (média e desvio padrão)

		GF (n=6) Média (DP)	GC (n=9) Média (DP)	Efeito	F	p	η^2
V_{max} (km/h)	Pré-treino ^a	12,19 (0,94)	14,03 (1,12)	Momento	22,073	0,000	0,629
	8 semanas	12,89 (1,08)	14,90 (1,03)	Grupo	11,826	0,004	0,476
	Pós-treino	13,24 (1,34)	14,88 (0,86)	Interação	0,707	0,503	0,052

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; ^a = diferença para oitava semana e pós treino.

É possível observar na tabela 5 e tabela 6 o efeito da intervenção na composição corporal, na variável massa gorda e massa magra de membro inferior, respectivamente. Na massa gorda, foi observado efeito entre momentos para os grupos GF e GC, e efeito para interação, sendo que os sujeitos do GF tiveram sua massa gorda diminuída, diferentemente do GC, que não mudou. Em relação a massa magra de membro inferior, não foi observado efeito para momento, grupo e interação.

Tabela 5. Massa gorda dos grupos força e concorrente expressos em média e desvio padrão

		GF (n=6)	GC (n=5)	Efeito	F	p	η^2
MG (Kg)	Pré-treino	13,1 (3,7)	12,3 (3,0)	Momento	4,040	0,036	0,310
	8 semanas ^a	12,0 (3,4)	13,3 (3,4)				
				Interação	6,793	0,006	0,430
	12 semanas ^b	11,1 (3,2)	12,6 (3,7)				

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; MG= Massa gorda; ^a = diferença para décima segunda semana; ^b = diferença para oitava semana.

Tabela 6. Valores de massa magra de membro inferior de ambos os grupos (força e concorrente) expressos em média e desvio padrão.

		GF (n=6)	GC (n=5)	Efeito	F	p	η^2
MMMI (Kg)	Pré-treino	18,7 (2,5)	18,9 (2,5)	Momento	1,421	0,267	0,136
	8 semanas	18,3 (2,3)	19,0 (2,5)				
				Interação	2,015	0,162	0,183
	12 semanas	18,7 (2,7)	19,0 (2,5)				

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; MMMI= Massa magra de membro inferior

Na tabela 7, foi verificado a tonelagem total do treinamento. É possível observar efeito do momento, da primeira semana para a segunda semana, quarta semana, oitava semana e décima semana. Já a segunda semana diferiu-se da quarta semana, oitava semana e décima semana. Também foi observado efeito da quarta semana para a oitava semana e décima semana. Porém, da oitava semana para a décima semana não houve diferença.

Tabela 7. Volume do treinamento (número de repetições multiplicado pela carga levantada) de todos os exercícios, apresentado em uma sessão de treinamento das semanas 1, 2, 4, 8 e da décima semana.

	GF (n=7)	GC (n=10)	Efeito	F	p	η^2
Pré-treino ^a	8079,5 (663,9)	9109,7 (1013,3)				
2 semanas ^a	9437,0 (1109,6)	10179,6 (1430,6)	Momento	50,654	0,000	0,772
TonT (Kg)			Grupo	0,153	0,702	0,010
4 semanas ^a	10950,5 (1787,3)	10915,1 (1478,5)	Interação	2,312	0,103	0,134
8 semanas ^b	11975,8 (1937,0)	11951,2 (1231,9)				
10 semanas ^b	12407,5 (2192,4)	11866,6 (1212,2)				

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; TonT= Tonelagem Total; ^a = diferente para todos os momentos; ^b = diferente para os momentos até a quarta semana.

Os valores de tonelagem de membro inferior são apontados na tabela 8, não havendo diferença para grupo e interação. Já para momento, foi observado efeito, no qual houve diferença da primeira semana para a segunda semana, quarta semana, oitava semana e décima semana. Já a segunda semana diferiu-se da quarta semana, oitava semana e décima semana. Também foi observado efeito da quarta semana para a oitava semana e décima semana. Porém, da oitava semana para a décima semana não houve diferença.

Tabela 8. Valores de tonelagem de membro inferior correspondente a carga levantada multiplicada pelo número de repetições (média e desvio padrão) dos exercícios realizados somente de membros inferiores.

	GF (n=7)	GC (n=10)	Efeito	F	p	η^2	
1 semana ^a	5232,5 (971,9)	5632,5 (610,3)					
2 semanas ^a	6042,7 (1032,9)	6525,2 (1021,5)	Momento	30,661	0,000	0,671	
TMI (Kg)	4 semanas ^a	7472,7 (1714,4)	7199,8 (1383,5)	Grupo	0,153	0,702	0,010
				Interação	0,760	0,472	0,048
8 semanas ^b	8250,1 (1922,5)	8021,5 (1386,0)					
10 semanas ^b	8340,8 (2637,8)	8159,5 (1394,3)					

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; TMI= Tonelagem de membro inferior; ^a = diferente para todos os momentos; ^b = diferente para os momentos até a quarta semana.

Ao verificar a variável uma repetição máxima (RM), é possível observar (tabela 9) efeito para momento. A primeira semana diferiu-se da oitava semana e da décima semana e a oitava semana também foi diferente da décima semana.

Tabela 9. Carga levantada no teste de RM (média e desvio padrão) dos grupos força e concorrente correspondentes a primeira, oitava e décima segunda semana

	GF (n=7)	GC (n=9)	Efeito	F	p	η^2	
1 semana ^a	122,00 (25,30)	112,77 (24,25)					
RM (Kg)	8 semanas ^a	143,28 (19,56)	135,33 (25,98)	Momento	52,410	0,000	0,789
				Grupo	0,849	0,373	0,057
				Interação	0,930	0,375	0,062
12 semanas ^a	156,57 (23,05)	140,66 (28,33)					

GF= Grupo força; GC= Grupo concorrente; DP= Desvio padrão; RM= Repetição máxima; ^a = diferente para todos os momentos;

6. DISCUSSÃO

6.1. Agudo

Após 10 semanas de intervenção, o SV na modalidade *Squat jump* foi realizado com o objetivo de verificar sua sensibilidade em prever o desempenho de força, já que

a biomecânica deste salto tem alta especificidade com a execução do exercício no hack. No estudo de Newton et al. (1999), sujeitos que realizavam o treino de força, adicionando saltos, alcançaram maior altura por ter o salto como um treino adicional, sendo assim, um possível fator que pode ter contribuído para o aumento da altura do salto.

Um fator determinante para verificar se um atleta está com fadiga muscular pode ser através do SV, por ser um gesto de força explosiva. No caso do grupo força e grupo concorrente (ambos treinaram força), não obtiveram efeito para SV, provavelmente se justifica pelo fato de não terem tido exatamente o treinamento de força rápida, ou seja, não houve especificidade quanto ao treinamento para melhora do salto. Desta forma, no presente trabalho, a hipótese de que o SV poderia ser sensível em detectar a fadiga dos dois grupos treinados (grupo força e grupo concorrente) não foi obtida. Porém o fato do treinamento proposto ter sido executado em alta intensidade (TC e TF) e mesmo não sendo observado efeito no SV, apontado um rumo de que ambos os treinamentos não interferem de maneira aguda no SV.

6.2. Crônico

A carga de treinamento é uma variável importante a ser verificada, desta forma é importante saber se o TA em alta intensidade (como realizado neste trabalho) é capaz de influenciar o volume de treinamento. Para tanto, é possível observar que os dois grupos não apresentaram efeito nos índices de $\dot{V}O_{2max}$. Provavelmente, ambos os grupos tiveram sua capacidade aeróbia mantida devido o fato de todos os sujeitos do estudo serem fisicamente ativos, ou seja, com os valores de $\dot{V}O_{2max}$ considerados bons para sujeitos ativos. Para verificar a efetividade do exercício concorrente no $\dot{V}O_{2max}$, Collins e Snow (1993) treinaram por sete semanas, 23 mulheres e 11 homens. O resultado foi um

aumento significativo do $\dot{V}O_{2max}$, porém esse aumento pode ter ocorrido devido aos sujeitos serem destreinados.

Uma estratégia para melhorar ou manter bons índices de $\dot{V}O_{2max}$ é realizando um treinamento aeróbio intermitente (COLLINS; SNOW, 1993; MACPHERSON et al., 2011; NYBO et al., 2010). O treinamento aeróbio do grupo concorrente foi realizado nesta modalidade de treinamento, porém de acordo com os achados, não foi observado significância no $\dot{V}O_{2max}$ dos indivíduos participantes. O mesmo resultado foi obtido para o grupo força, embora a hipótese seria uma diminuição no grupo força, alguns estudos trazem que o treinamento de força pode ser capaz de aumentar o $\dot{V}O_{2max}$ (HÄKKINEN et al., 2003). O fato da intervenção ter sido realizado por duas vezes na semana, pode ser o motivo do $\dot{V}O_{2max}$ não sofrer alterações (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010).

A significância observada nos dados de V_{max} (tabela 4) pode ter ocorrido pelo fato dos sujeitos terem realizados o TF, melhorando a eficiência neuromuscular, culminando em maiores velocidades (V_{max}) (BEATTIE et al., 2017). O efeito notado entre grupos pode ser explicado pelos dois grupos terem realizado o TF, corroborando com os achados reportado por Taipale (2017), no qual sujeitos ativos melhoraram a V_{max} após intervenção realizada por oito semanas com TF. O mecanismo que sugere o aumento é relatado pelo efeito da melhora neuromuscular.

Além do mais, o efeito observado na variável de massa gorda (tabela 4), mostra que os voluntários de ambos os grupos (força e concorrente) apresentaram melhora da qualidade muscular. Com a diminuição da gordura intra muscular, as fibras musculares conseguem se contrair com maior habilidade, permitindo assim que os sujeitos tenham uma musculatura mais eficiente no âmbito neuromuscular (FRONTERA et al., 2008), ou

seja, a capacidade contrátil muscular é acentuada com a diminuição da massa gorda, tornando o músculo capaz de exercer maior tração.

O volume de treinamento, calculado pela carga do exercício multiplicado pelo número de repetições, mesmo quando separados por segmento (volume total e de membro inferior), foi notado efeito para momento (tabela 7 e 8), onde o grupo força aumentou de forma progressiva até o final da intervenção e o grupo concorrente, por volta da oitava e décima semana, o aumento da força foi menor, quando comparado ao grupo força. Apontando para a importância do volume na prescrição do treinamento. Na intervenção deste trabalho o volume do TF foi diferente entre os grupos ($GF > GC$), e ainda sim, o grupo concorrente teve aumento nos ganhos de força, observados nos valores do teste de força máxima.

O número de repetições máxima no teste de um 1RM (tabela 9), foi observado valores estatísticos para momento, sendo os dois grupos (GF e GC) aumentando a força máxima, porém o GF em maior magnitude. Sabe-se que o ganho de força é muito importante para o desempenho e esta intervenção foi positiva em ocasionar este resultado em ambos grupos, pois esta é uma variável que deve ser levado em consideração devido aos níveis de força serem mais importantes do que o aumento de massa magra, quanto a ativação muscular (KLASS; BAUDRY; DUCHATEAU, 2007).

Ambos os grupos, concorrente e força, tiveram aumento na força máxima relativa (RM), porém o concorrente teve menor volume, deixando claro que o ganho de força foi igual nos dois grupos, apontando para a importância do volume no desenvolvimento da força. Em artigo de Tavares et al. (2017), foi observado 16 semanas de TF, no qual em oito semanas os sujeitos treinavam três vezes na semana e após este período, treinavam por mais oito semanas, sempre reduzindo a frequência do treinamento (duas vezes na semana e uma vez na semana, respectivamente). Os autores notaram em seus

resultados que a frequência do treinamento foi indiferente para os valores de RM (nenhum grupo diminuiu o RM), porém isto ocorreu devido a carga ser equalizada.

A intervenção, deste modo, proporcionou o aumento de força, mas não o de massa magra de membro inferior. A escolha de verificar a massa magra somente de membros inferiores, se fez com a finalidade de constatar se houve a interferência do treinamento, já que a musculatura que poderia sofrer tal interferência é o músculo ativo tanto nos testes como no treinamento. Desta forma, não foi constatado efeito para massa magra de membro inferior. Provavelmente devido ao tipo de treinamento realizado, com ênfase no desempenho e ganho de força, condizendo com os resultados apresentados, no qual foi observado um aumento no RM. A diminuição da gordura corporal também pode ter contribuído com estes resultados, pois a qualidade muscular dos sujeitos melhorou, o que ajuda na melhora do mecanismo de contração.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos na presente dissertação, pode-se concluir que ambos os grupos não aumentaram o $\dot{V}O_{2max}$, havendo uma tendência para o GC, desta forma, os sujeitos do GF mesmo não realizando o treinamento aeróbio, tiveram uma melhora em suas características neuromusculares, melhorando sua eficiência em gerar movimento, ou seja, melhorando sua economia de movimento, conseqüentemente a V_{max} . Reforçando a hipótese de melhora e eficiência muscular, houve a diminuição da massa gorda entre a oitava e a décima semana de treino e a manutenção da massa magra de membro inferior observada, contribuindo para melhora da qualidade muscular. Não foi observado efeito no SV de maneira crônica e aguda. Porém, houve uma tendência entre os grupos, sendo o GF apresentando maior queda.

8. REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, P. J. et al. Acute and Chronic Response of Skeletal Muscle to Resistance Exercise. **Sports Medicine**, 1994.
- AHTIAINEN, J. P. et al. Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 2, p. 273–279, 2010.
- ARGUS, C. K.; GILL, N. D.; KEOGH, J. W. L. Characterization of the Differences in Strength and Power Between Different Levels of Competition in Rugby Union Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2698–2704, 2012.
- BAKER, DANIEL; WILSON, GREG; CARLYON, R. Periodization: The Effect on Strength of Manipulating Volume... : The Journal of Strength & Conditioning Research. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 8, n. 4, 1994.
- BAKER, D. Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 2, p. 131–136, 1996.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; SANTOS-CONCEJERO, J.; GRIVAS, G. Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 8, p. 2361–2368, 2016.
- BASSETT, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, jan. 2000.
- BEATTIE, K. et al. The effect of strength training on performance in endurance athletes. **Sports Medicine**, 2014.
- BEATTIE, K. et al. The Effect of Strength Training on Performance Indicators in Distance Runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 1, p. 9–23, 2017.
- BENEDICT, T. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289, 1999.
- BOBBERT, M. F.; CASIUS, L. J. R. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 3, p. 440–446, 2005.
- BOSCO, C.; KOMI, P. V. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 41, n. 4, p. 275–284, 1979.
- BURGOMASTER, K. A. et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 151–160, 2008.
- CLARK, B. C.; MANINI, T. M. What is dynapenia? **Nutrition**, 2012.

- COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. Concurrent exercise training: do opposites distract? **The Journal of Physiology**, v. 595, n. 9, p. 2883–2896, 1 maio 2017.
- COLLINS, M. A.; SNOW, T. K. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? **Journal of Sports Sciences**, v. 11, n. 6, p. 485–491, 1993.
- COMFORT, P. et al. Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 173–177, 2014.
- COSTILL, D. L. et al. Adaptations in skeletal muscle following strength training. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v. 46, n. 1, p. 96–99, 1979.
- CRAIG, B. W. et al. The Effects of Running, Weightlifting and a Combination of Both on growth hormone release. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 5, n. 4, p. 198–203, 1991.
- CUK, I. et al. Force-velocity relationship of leg extensors obtained from loaded and unloaded vertical jumps. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 8, p. 1703–1714, 2014.
- DE SOUZA, E. O. et al. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 21, n. 4, p. 1286–1290, 2007.
- DE SOUZA, E. O. et al. Molecular adaptations to concurrent training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p. 207–213, 2013.
- DOCHERTY, D.; SPORER, B. A Proposed Model for Examining the Interference Phenomenon between Concurrent Aerobic and Strength Training. **Sports Medicine**, v. 30, n. 6, p. 385–394, 2000.
- FERRAUTI, A.; BERGERMANN, M.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2770–78, 2010.
- FRONTERA, W. R. et al. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 105, n. 2, p. 637–642, 2008.
- FYFE, J. J. et al. Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. **Frontiers in Physiology**, v. 7, n. NOV, 2016.
- FYFE, J. J.; BISHOP, D. J.; STEPTO, N. K. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: Molecular bases and the role of individual training variables. **Sports Medicine**, 2014.
- G.A., D.; S.J., F. Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? **Sports Medicine**, v. 4, n. 2, p. 79–85, 1987.
- GARCÍA-PALLARÉS, J.; IZQUIERDO, M. Strategies to Optimize Concurrent Training of

- Strength and Aerobic Fitness for Rowing and Canoeing. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 329–343, 1 abr. 2011.
- GENTIL, P. et al. Comparison of upper body strength gains between men and women after 10 weeks of resistance training. **PeerJ**, v. 4, p. e1627, 11 fev. 2016.
- GLOWACKI, S. P. et al. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 12, p. 2119–2127, 2004.
- GUTIÉRREZ-DÁVILA, M. et al. An analysis of two styles of arm action in the vertical countermovement jump. **Sports Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–143, 2014.
- HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 42–52, 2003.
- HARMAN, E.; ROSENSTEIN, M. The effects of arms and countermovement on vertical jumping. **Med Sci Sports ...**, v. 22, n. 6, p. 825–33, 1990.
- HASKELL, W. L. et al. Physical Activity and Public Health. **Medicine {&} Science in Sports {&} Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1423–1434, 2007.
- HAWLEY, J. A. Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 34, n. 3, p. 355–361, 2009.
- HENNESSY, L. C.; WATSON, A. W. S. The Interference Effects of Training for Strength and Endurance Simultaneously. **The Journal of Strength Conditioning Research**, v. 8, n. 1, p. 12, 1994.
- HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 45, n. 2–3, p. 255–263, 1980.
- HOFFMAN, J. R. et al. Comparison of Loaded and Unloaded Jump Squat Training on Strength/Power Performance in College Football Players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 810, 2005.
- HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E. F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 56, n. 4, p. 831–8, abr. 1984.
- INOUE, D. S. et al. Immunometabolic responses to concurrent training: The effects of exercise order in recreational weightlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 7, p. 1960–1967, 2016.
- KAMEN, G.; KNIGHT, C. A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 59, p. 1334–1338, 2004.
- KIM, K.-E. et al. Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength? **Age and Ageing**, v. 41, n. 6, p. 799–803, 2012.

- KLASS, M.; BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Voluntary activation during maximal contraction with advancing age: A brief review. **European Journal of Applied Physiology**, 2007.
- KNIGHT, C. A; KAMEN, G. Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 11, n. 6, p. 405–12, 2001.
- KOMI, P. V; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and science in sports**, v. 10, n. 4, p. 261–265, 1978.
- KRAEMER, W. J. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 78, n. 3, p. 976–89, 1995.
- KRAEMER, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.
- KRASKA, J. M. et al. Relationship between strength characteristics and unweighted and weighted vertical jump height. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 4, p. 461–73, dez. 2009.
- KUIPERS, H. et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 4, p. 197–201, 1985.
- LATHAM, N. K. et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 59, n. 1, p. 48–61, 2004.
- LEVERITT, M. et al. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 17, n. 3, p. 503–8, 2003.
- LOTURCO, I. et al. Validity And Usability Of A New System For Measuring And Monitoring Variations In Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 2017.
- LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. Segmental contribution to forces in vertical jump. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 38, n. 3, p. 181–188, 1978.
- MACPHERSON, R. E. K. et al. Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 1, p. 115–122, 2011.
- MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: An update. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 67 A, n. 1, p. 28–40, 2012.
- MARCELLO, R. T.; GREER, B. K.; GREER, A. E. Acute Effects of Plyometric and Resistance Training on Running Economy in Trained Runners. **Journal of Strength**

and Conditioning Research, p. 1, 2016.

MCCARTHY, J. P. et al. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. **Medicine and science in sports and exercise**, 1995.

MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Sci. Sports Exerc**, v. 34, n. 3, p. 511–519, 2002.

MCCLINTON, L. S. et al. The Effect of Short-Term VertiMax vs. Depth Jump Training on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 321–325, 2008.

MIKKOLA, J. et al. Effect of resistance training regimens on treadmill running and neuromuscular performance in recreational endurance runners. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 13, p. 1359–1371, 2011.

MILANOVIĆ, Z.; SPORIŠ, G.; WESTON, M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. **Sports Medicine**, 2015.

MITCHELL, L. J. et al. The Effect of Initial Knee Angle on Concentric-Only Squat Jump Performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 88, n. 2, p. 184–192, 2017.

MORLEY, J. E. et al. Sarcopenia. **The Journal of laboratory and clinical medicine**, v. 137, n. 4, p. 231–43, 2001.

NADER, G. A. **Concurrent strength and endurance training: From molecules to man**. Medicine and Science in Sports and Exercise. **Anais...**2006

NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 2, p. 323–330, 1999.

NOGUEIRA, W. et al. Effects of power training on muscle thickness of older men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 200–204, 2009.

NYBO, L. et al. High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 10, p. 1951–1958, 2010.

OLIVER, J. L.; LLOYD, R. S.; WHITNEY, A. Monitoring of in-season neuromuscular and perceptual fatigue in youth rugby players. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 6, p. 514–522, 2015.

RADAELLI, R. et al. Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, 2015.

REILLY, T.; MORRIS, T.; WHYTE, G. The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. **Journal of Sports Sciences**, 2009.

SILVA, R. F. et al. Concurrent training with different aerobic exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 8, p. 627–634, 2012.

- SIMON, J. E.; DOCHERTY, C. L. The Impact of Previous Athletic Experience on Current Physical Fitness in Former Collegiate Athletes and Noncollegiate Athletes. **Sports Health: A Multidisciplinary Approach**, v. 9, n. 5, p. 462–468, 5 set. 2017.
- STONE, M. H. et al. Power and Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic and Static Weighted Jumps. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 140, 2003.
- SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine**, 2016.
- TAIPALE, R. S. et al. Strength training in endurance runners. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 7, p. 468–476, 2010.
- TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 25, n. 3, p. 191–200, 1998.
- TAVARES, L. D. et al. Effects of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 6, p. 665–672, 2017.
- TAYLOR, K.-L. et al. Fatigue Monitoring in High Performance Sport: a Survey of Current Trends. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 20, n. 1, p. 12–23, 2012.
- THORPE, R. T. et al. Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: Implications for practice. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2017.
- UGRINOWITSCH, C. et al. Capacidade dos testes isocinéticos em prever a “performance” no salto vertical em jogadores de voleibol. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 14, n. 2, p. 172–183, 2000.
- VORUP, J. et al. Effect of speed endurance and strength training on performance, running economy and muscular adaptations in endurance-trained runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1331–1341, 2016.
- WILSON, J. M. J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2293–2307, 2012.
- WISLØFF, U. et al. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British journal of sports medicine**, v. 38, n. 3, p. 285–8, 2004.
- YAMAMOTO, L. M. et al. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 2036–2044, 2008.