

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

O USO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DA SESSÃO NO
CONTROLE DA PROGRESSÃO DA CARGA DO TREINAMENTO DE
FORÇA: UMA ALTERNATIVA AO MODELO TRADICIONAL

RODRIGO LEITE GOMES

São Paulo
2016

RODRIGO LEITE GOMES

O USO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO DA SESSÃO NO
CONTROLE DA PROGRESSÃO DA CARGA DO TREINAMENTO DE
FORÇA: UMA ALTERNATIVA AO MODELO TRADICIONAL

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte da
Universidade de São Paulo, como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Ciências.

Área de concentração:

Biodinâmica do Movimento Humano

Orientador:

Prof. Dr. Hamilton Roschel

São Paulo

2016

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Gomes, Rodrigo Leite

O uso da percepção subjetiva do esforço da sessão no controle da carga do treinamento de força: uma alternativa ao modelo tradicional / Rodrigo Leite Gomes.-- São Paulo : [s.n.], 2016.

44p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Augusto Roschel da Silva

1. Treinamento de força 2. Monitoração I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: GOMES, R.

TÍTULO: O uso da percepção subjetiva do esforço da sessão no controle da progressão da carga do treinamento de força: uma alternativa ao modelo tradicional

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

RESUMO

GOMES, R. **O uso da percepção subjetiva do esforço da sessão no controle da progressão da carga do treinamento de força: uma alternativa ao modelo tradicional**, 2016. (44 páginas). Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

Proposta: O objetivo deste estudo foi investigar se a progressão da carga do treinamento de força (TF) de acordo com a monitoração da percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE da sessão) pode ser mais eficaz no desenvolvimento da força motora e hipertrofia muscular em relação ao modelo tradicional de prescrição do TF baseado apenas na carga externa do treinamento. **Métodos:** Vinte sujeitos do sexo masculino com experiência prévia em treinamento de força ($5,4 \pm 4,1$ anos) foram submetidos a seis semanas de TF no exercício agachamento (2x/sem.). Os sujeitos foram separados em dois grupos: *i*) grupo progressão linear da carga de treinamento (PL, n=10), que seguiu um modelo pré-determinado de progressão da carga do TF, com incrementos realizados a cada duas semanas de treino, partindo do protocolo A em direção ao protocolo C (protocolo A= 2x12-15RM; protocolo B= 4x8-10RM e protocolo C= 6x4-6RM) e; *ii*) grupo PSE (PSE, n=10), que progrediu a carga do TF de acordo com os escores da PSE da sessão partindo do protocolo A, na primeira sessão de treino, com incremento de carga (*i.e.*, do protocolo A para protocolo B ou do protocolo B em direção ao protocolo C) quando os escores de PSE da sessão estivessem abaixo de 6 (*i.e.*, ≤ 5). Mantendo o protocolo do próximo treino caso os escores da PSE da sessão estivessem entre 6 e 8 e diminuindo em uma série o protocolo da sessão seguinte caso os escores da PSE da sessão estivessem por duas vezes consecutivas acima de 8 (*i.e.*, ≥ 9) até que a resposta perceptiva voltasse as classificações entre 6 e 8. As avaliações de força máxima dinâmica (1-RM) e de área de secção transversa muscular (ASTM) foram realizadas antes (pré) a pós o período experimental (pós). **Resultados:** Ambos os grupos aumentaram de forma semelhante os valores de 1-RM (PL: $p < 0,0001$ e PSE: $p < 0,0001$) a ASTM (PL: $p < 0,0001$ e PSE: $p = 0,0032$). Entretanto, o grupo PSE chegou a estes resultados realizando um número menor de sessões nos protocolos com cargas de treinamento mais altas (protocolos B: $p = 0,0028$ e C: $p = 0,004$) ao mesmo tempo em que realizaram um número maior de sessões no protocolo de treinamento com cargas mais baixas (*i.e.*, protocolo A) ($p < 0,0001$) quando comparado ao grupo PL. De forma interessante, o subgrupo composto

(*a posteriori*) pelos indivíduos do grupo PSE que não progrediram a carga do TF além do protocolo A (SubPSE, n =6), obtiveram ganhos de força motora e hipertrofia muscular semelhantes àqueles observados no grupo PL (1-RM $p=0,0003$; ASTM: $p=0,0212$ respectivamente) realizando de um volume total menor de treinamento ($p=0,0258$).

Conclusão: O controle da progressão da carga do TF por meio da PSE da sessão proporcionou ajustes mais eficientes da carga de treinamento possibilitando aumentos de força motora e hipertrofia muscular similares aos obtidos através do modelo de progressão tradicional por meio de protocolos de treinamento menos intensos e de menor volume. Adicionalmente, quando considerados os dados do subgrupo SubPSE, observou-se as mesmas adaptações funcionais e morfológicas por meio de um menor volume total de treinamento.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoração; adaptação funcional; adaptação morfológica; periodização.

ABSTRACT

GOMES, R. **The use of session rating of perceived exertion to control progression of strength training load: an alternative to the traditional model**, 2016. (44 páginas). Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

Purpose: The present study aimed to investigate whether the progression of the load in a strength training (ST) protocol, according to the Session Rating of Perceived Exertion (session RPE), may be more effective to the development of motor strength and muscle hypertrophy compared to the traditional model of ST prescription based only on external training load. **Methods:** Twenty male subjects with previous experience in strength training (5.4 ± 4.1 years) participated in six weeks of ST in the squat exercise (2x/wk.). The subjects were divided into two groups: group *i*) linear progression of the training load (LP, N = 10) that followed a predetermined model of progression of ST load, where increments were performed every two weeks of training, starting from the A protocol towards the C protocol (protocol A = 2x12-15RM; protocol B= 4x8-10RM and protocol C = 6x4-6RM) and; *ii*) RPE Group (RPE, n = 10) which progressed ST load according with session RPE scores. All subjects in RPE group started the training period with the A protocol. In short, training load was increased (*i.e.*, the A protocol to protocol B or B protocol into the C protocol) whenever the RPE scores was below 6, maintained for session RPE scores between 6 to 8 and, reduced if session RPE scores was above 8 twice in a row. Maximum dynamic strength (1-RM) and muscle cross-sectional area (MCSA) were measured before (pre) and after the intervention period (post). **Results:** Both groups showed similar increases in 1-RM values (LP: $p < 0.0001$ and RPE: $p < 0.0001$) and MCSA (LP: $p < 0.0001$ and RPE: $p = 0.0032$). However, the RPE group reached these results with a smaller number of sessions in protocols with higher training loads (B protocols: $p = 0.028$, and C: $p = 0.004$) at the same time that performed a greater number of sessions in training protocol with lower loads (*i.e.*, A protocol) ($p < 0.0001$) when compared with the LP group. Interestingly, the subgroup analyses (*a posteriori*), composed only by individuals of the RPE group that did not progress the training load beyond the A protocol (SubRPE, n = 6), showed similar increases in motor strength and muscle hypertrophy as compared to the LP group (1-RM $p = 0.0003$; MCSA $p = 0.0212$, respectively) even though have performed a lower total training volume ($p = 0.0258$). **Conclusion:** The control of ST load progression by session RPE provided more effective adjustment of training load

enabling similar increases in motor strength and muscle hypertrophy to traditional progression model even though have performed less intense training protocols and lower volume. Additionally, when the data of the subgroup SubRPE was considered, we observed the same functional and morphological adaptations through a lower total training volume.

KEYWORDS: Monitoring; functional adaptation; morphological adaptation; periodization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.2	Objetivo	3
2	MATERIAIS E MÉTODOS	4
2.1	Desenho experimental.....	4
2.2	Sujeitos.....	4
2.3	Familiarização e procedimentos aos testes de força máxima dinâmica (1-RM)	5
2.4	Área de secção transversa muscular (ASTM).....	6
2.5	Familiarização ao método de PSE da sessão	8
2.6	PSE da sessão.....	9
2.7	Protocolo de treinamento	9
2.8	Progressão de carga do grupo PL	9
2.9	Progressão de carga do grupo PSE	10
2.10	Análise estatística	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	Cargas de treinamento	17
3.2	Frequência cardíaca	18
3.3	Variabilidade da frequência cardíaca.....	21
3.4	Percepção subjetiva do esforço da sessão.....	22
4	RESULTADOS.....	27
4.1	Volume total de treinamento, número de sessões realizadas em todo o período experimental e número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treinamento.	27
4.2	Força máxima dinâmica (1-RM) no agachamento e área de secção transversa muscular do quadríceps (ASTM).....	28
4.3	Volume total de treinamento realizado em todo o período experimental (subanálise).	29
4.4	Força máxima dinâmica (1-RM) no agachamento e área de secção transversa muscular do quadríceps (ASTM) (subanálise).	30
5	DISCUSSÃO.....	31
6	CONCLUSÃO	37
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- linha do tempo do período de avaliação da Área da secção transversa muscular (ASTM) e Força máxima dinâmica (1-RM).....	4
Figura 2 - Visualização da demarcação do perímetro do músculo vasto lateral.	7
Figura 3 - Visualização da demarcação do perímetro do músculo reto femoral.	8
Figura 4 - Processo de treinamento traduzido de Impellizeri, Rampinini e Marcora (2005).....	18
Figura 5 - Painel A: Valores do volume total de treinamento (kg) realizado em todo o período experimental.....	27
Figura 5 - Painel B: Número de sessões realizadas em todo período experimental (Total) e número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treino (A, B e C)	27
Figura 6 - Painel A: Valores de força máxima dinâmica (1-RM, em kg) para o exercício de agachamento nos momentos pré e pós treinamento.....	28
Figura 6 - Painel B: Valores da área de secção transversa muscular (ASTM, em cm ²)	28
Figura 7 - Valores do volume total de treinamento (kg) realizado em todo o período experimental (subanálise).....	29
Figura 8 - Painel A: Valores de força máxima dinâmica (1-RM, em kg) para o exercício de agachamento nos momentos pré e pós-treinamento (subanálise).	30
Figura 8 - Painel B: Valores da área de secção transversa muscular (ASTM, em cm ²) nos momentos pré e pós-treinamento (subanálise)..	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores dos dados pré-treinamento (média \pm DP) de peso, altura, experiência de treino, 1-RM, ASTM.	5
Tabela 2 - Sessões do período de familiarização ao método de PSE da sessão para ambos os grupos.....	9
Tabela 3 - Mudança da escala de categoria padrão de PSE adaptada para este estudo. As ancoras verbais foram modificadas para a língua portuguesa	10
Tabela 4 - Progressão de carga do grupo PL.	10
Tabela 5- Progressão de carga pela percepção subjetiva do esforço da sessão (grupo PSE).	11
Tabela 6 - Zonas de FC, fatores ponderadores correspondentes e descrições dos treinos do TRIMP criadas por Stagno, Thatcher e Van Someren, (2007).....	20

1 INTRODUÇÃO

O treinamento força (TF) é uma atividade amplamente utilizada no desenvolvimento da força motora e hipertrofia muscular de pessoas com os mais diversos perfis e objetivos (BELL et al., 1997; CAMPOS et al., 2002; GUALANO et al., 2010). Independentemente da finalidade, as adaptações promovidas pelo TF estão condicionadas à forma como as variáveis volume e intensidade, controladoras da carga do treinamento, são manipuladas (CAMPOS et al., 2002). Neste contexto, os resultados publicados na literatura indicam uma grande amplitude de cargas de treinamento para o desenvolvimento da força motora e hipertrofia muscular que devem progredir de protocolos menos intensos e de menor volume para protocolos de maior intensidade e volume conforme a experiência, o condicionamento ou o estado de treinamento do praticante (WOLF; LEMURA; COLE, 2004; KREAMER; RATAMESS, 2004; PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; ACSM, 2009).

Entretanto, apesar das evidências indicarem uma grande amplitude de carga de treinamento que pode ser utilizado para a obtenção das respostas pretendidas, o conhecimento da comunidade científica sobre os ajustes individuais da qualidade e quantidade da carga do TF ainda necessita de avanços. Adicionalmente, a forma habitual de condução do processo de treinamento em que os protocolos de treino são previamente estabelecidos tendo como referência apenas a carga a ser imposta ao organismo (*e.g.*, número de séries e repetições), definida como carga externa do treinamento (IMPELLIZERI; RAMPININI; MARCORA 2005), tem produzido evidências pouco uniformes sobre esta questão (HUMBURG et al., 2007; RONNASTED et al., 2007).

Uma proposta alternativa para a individualização da carga do TF passa pela orientação do processo de treinamento por meio da monitoração das respostas psico/fisiológicas (*e.g.*, carga interna do treinamento) oriundas da aplicação da carga externa do treinamento (IMPELLIZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). É importante ressaltar que a condução do processo de treinamento orientado pela monitoração da carga interna do treinamento tem sido amplamente utilizada em programas de treinamento aeróbio (TA). A FC, por exemplo, é um dos parâmetros capazes de refletir a intensidade da sessão de TA, possibilitando o ajuste da carga de treinamento conforme o objetivo determinado (BORRESEN; LAMBERT, 2009). Contudo, este parâmetro não reflete a magnitude da carga interna do TA, por ser pouco influenciado pelo volume do

treinamento e possui pouca aplicabilidade em sessões de TF (MCGUIGAN; FOSTER, 2004; BORRESEN; LAMBERT, 2009). Outro parâmetro fisiológico utilizado para a individualização da prescrição da carga do TA é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (KIVINIEMI et al., 2007; KIVINIEMI et al., 2010). Estudos indicam que indivíduos com melhores índices de VFC possuem condições mais favoráveis para o desenvolvimento da aptidão aeróbia e, apesar da VFC não ser um parâmetro de carga interna de treinamento como a FC, este índice reflete a recuperação do sistema autônomo frente às sessões de treino (HAUTALA et al., 2003). Em Kiviniemi et al., (2007) por exemplo, os autores verificaram que os ajustes individuais e diários da carga do TA orientados pelas oscilações da VFC possibilitaram ganhos adicionais no desempenho máximo de corrida em relação ao protocolo tradicional em que a carga de treinamento fora previamente estabelecida (*i.e.*, volume/intensidade e frequência semanal). Adicionalmente, estes resultados foram obtidos com um número menor de sessões realizadas em alta intensidade, sugerindo uma otimização dos estímulos com o uso de parâmetros fisiológicos que permitem um ajuste individual mais apurado da carga de treinamento.

Se por um lado o ajuste individual da carga do TA por meio de parâmetros internos de carga (*e.g.*, FC), ou apenas fisiológicos (*e.g.*, VFC), é uma realidade, por outro, esta forma de controle da carga de treinamento não tem sido aplicada ao TF. Nesse sentido, um dos parâmetros internos de carga que pode ser utilizado para a controle da carga do TF é a percepção subjetiva do esforço da sessão (PSE da sessão). A PSE da sessão consiste na avaliação do estresse global da sessão de TF por meio das escalas de percepção subjetiva do esforço (*e.g.*, escala CR-10 de Borg) (FOSTER, 1998; MCGUIGAN; FOSTER, 2004). Diferentemente dos parâmetros internos de carga de treinamento utilizados até o presente momento para a prescrição de exercícios aeróbios, a PSE da sessão permite a avaliação da magnitude da carga interna do treinamento, uma vez que é fortemente influenciada por ambas as variáveis controladoras da carga do TF (*i.e.*, volume e intensidade) (Day et al., 2004; SWEET et al., 2004; PRITCHETT et al., 2009; LODO et al., 2012; KRAFT et al. 2014). Assim, parece razoável propormos otimizar a prescrição do TF utilizando a PSE da sessão como ferramenta para ajustar a carga externa do TF. Contudo, apesar deste método constituir um fácil instrumento de mensuração da magnitude da carga interna do TF, ainda não há pesquisas que realizaram o ajuste e a progressão de carga do TF a partir da monitoração da PSE da sessão.

1.2 Objetivo

O presente estudo teve como objetivo investigar se o uso da PSE da sessão como forma de controle da progressão da carga do TF pode ser mais eficiente no desenvolvimento da força motora e hipertrofia muscular dos membros inferiores em relação ao modelo linear tradicional, após um período de seis semanas de treinamento. Conforme estudos que indicam a possibilidade de maiores adaptações ou maior eficiência de treino quando o treinamento é prescrito por meio de parâmetros internos, nossa hipótese é que o controle da progressão da carga do TF a partir da monitoração de sua carga interna (*i.e.*, PSE da sessão) proporcionará ganhos similares de força motora e hipertrofia muscular a partir de menos sessões de maior intensidade e volume em relação ao modelo tradicional de progressão do TF baseado apenas na manipulação da carga externa do treinamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Desenho experimental

Para comparar os ganhos morfológicos e funcionais dos membros inferiores em resposta aos diferentes modelos de progressão de carga [*i.e.*, linear tradicional (PL) ou pela PSE da sessão (PSE)], os participantes foram submetidos a seis semanas de treinamento. Na primeira das três semanas que antecederam o início do experimento, os sujeitos realizaram duas sessões de familiarização aos procedimentos dos testes de força máxima dinâmica (1-RM). Nas duas semanas seguintes, os sujeitos foram submetidos a três sessões para a familiarização ao método de PSE da sessão. As avaliações de 1-RM e da área de secção transversa muscular (ASTM) foram realizadas antes (*i.e.*, momento pré-treinamento) e ao final do período experimental (*i.e.*, momento pós-treinamento).

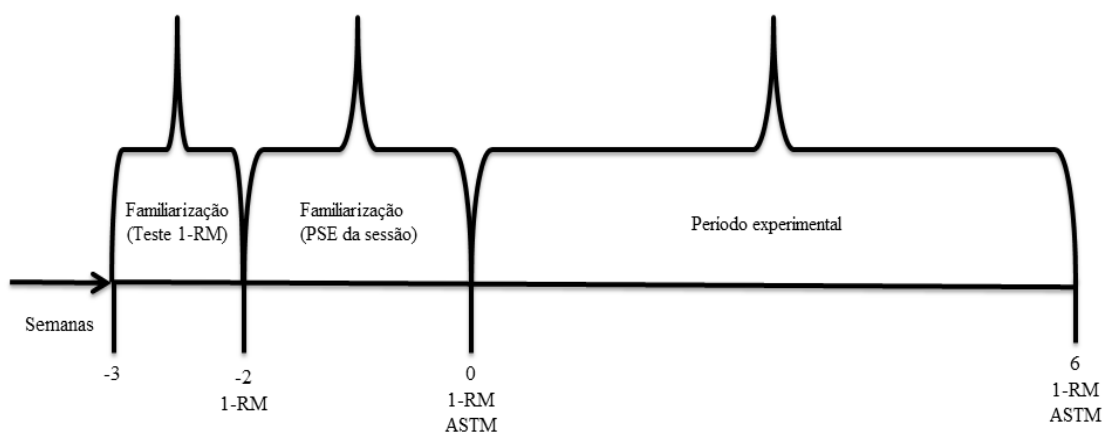


Figura 1- linha do tempo do período de avaliação da Área da secção transversa muscular (ASTM) e Força máxima dinâmica (1-RM).

2.2 Sujeitos

Vinte sujeitos do sexo masculino, com ($23,9 \pm 3,6$ anos) de idade e experiência prévia em treinamento de força ($5,4 \pm 4,1$ anos) e frequência semanal de no mínimo três treinos/semana, fizeram parte do estudo. Os participantes possuíam experiência na execução dos exercícios de agachamento e/ou *leg-press* e não possuíam qualquer condição patológica que impedisse a plena execução dos exercícios. Os sujeitos foram divididos em dois grupos. Grupo experimental (PSE; n=10) e grupo controle (PL; n=10). A alocação dos indivíduos aos grupos experimentais foi realizada de forma balanceada

com base nos valores obtidos nos testes de 1-RM e na avaliação da ASTM (*i.e.*, a soma dos valores de área do reto femoral e do vasto lateral do quadríceps) realizadas após o período de familiarização ao método PSE da sessão.

Estes valores foram utilizados para classificar os sujeitos em quartis e então os indivíduos de cada quartil foram aleatoriamente alocados nos grupos PL e PSE. O Teste T de *Student* para medidas independentes foi utilizado para verificar a presença de eventuais diferenças entre os grupos no pré-teste para as variáveis 1-RM, ASTM, peso, altura e experiência de treino. Os grupos PL e PSE se mostraram adequadamente balanceados para as variáveis de força máxima dinâmica quanto para a área de secção transversa muscular no momento pré-treino ($p > 0,05$) (Tabela 1). Os participantes foram informados dos riscos do experimento e assinaram um formulário de consentimento livre esclarecido antes do início da pesquisa.

Tabela 1 - Valores dos dados pré-treino (média \pm DP) de peso, altura, experiência de treino, 1-RM, ASTM.

Variáveis	Grupos	
	PL	PSE
Nº de sujeitos	10	10
Peso (kg)	78,5 \pm 12,2	77,65 \pm 14,0
Altura (m)	1,78 \pm 0,5	1,78 \pm 0,5
Experiência de Treino (anos)	4,80 \pm 3,35	6,1 \pm 4,44
1-RM (kg)	152,75 \pm 22,62	162,75 \pm 29,68
ASTM (cm²)	34,85 \pm 5,74	32,74 \pm 6,70

2.3 Familiarização e procedimentos aos testes de força máxima dinâmica (1-RM)

Os sujeitos de ambos os grupos realizaram duas sessões de familiarização aos testes de força máxima dinâmica (1-RM) com intervalo de 72 à 96h entre cada sessão. A avaliação de 1-RM dos membros inferiores foi realizada no exercício agachamento com um intervalo de no mínimo 72h antes da primeira sessão do período experimental e após

a última sessão do mesmo período. O exercício foi realizado com o auxílio de um *Smith machine* (Cybex ®, Medway, MA, EUA). A execução do agachamento foi feita com a barra apoiada acima das escápulas, iniciando-se da posição em pé. Os sujeitos agacharam até atingirem o ângulo de 90° de flexão dos joelhos. O grau de flexão de joelho foi controlado visualmente pelo avaliador dando um retorno verbal ao sujeito sobre a execução seu movimento. Adicionalmente, foram posicionados caixotes com altura regulável de forma a garantir a reprodutibilidade da amplitude de movimento e a segurança do sujeito.

Os testes de 1-RM seguiram os procedimentos propostos pela Sociedade Americana de Fisiologistas do Exercício (BROWN; WEIR, 2001). Os participantes realizaram um aquecimento geral em esteira ergométrica (Movement Technology ®, Bruden, São Paulo, SP, Brasil) por cinco minutos a nove km.h⁻¹, seguido por cinco minutos de alongamento de membros inferiores. Então eles realizaram duas séries de aquecimento no agachamento. A primeira série de oito repetições com 50% de 1-RM (estimado na sessão de familiarização) e a segunda série foi composta de três repetições com 70% de 1-RM (estimado na sessão de familiarização). Foi concedido um intervalo de três minutos entre as séries. Três minutos após o aquecimento os sujeitos realizaram até cinco tentativas (com três minutos de intervalo entre cada tentativa) a fim de se determinar o peso máximo (kg) para a execução de uma repetição no exercício de agachamento (*i.e.*, 1-RM). Foi dado forte encorajamento verbal durante o teste.

2.4 Área de secção transversa muscular (ASTM)

Foi utilizado um ultrassom modo-B, com transdutor vetorial linear e frequência de 7,5 MHz (Samsung, Sonaance R3) para captar imagens no plano axial do músculo reto femoral de ambas as coxas. Ao chegarem, os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal, com os joelhos estendido, por aproximadamente 20 minutos para a drenagem dos excessos de fluídos da musculatura avaliada. Durante as medidas, os sujeitos foram instruídos a relaxar sua musculatura o máximo possível. Porém, para garantir o mesmo posicionamento do indivíduo entre os testes, os voluntários tiveram o posicionamento dos seus corpos delimitados na maca de avaliação. Após devidamente posicionados, um pesquisador experiente, identificou a cabeça e o epicôndilo lateral do fêmur por meio de palpação. A partir do ponto médio, entre os acidentes ósseos, a pele foi demarcada transversalmente com tinta semipermanente a cada 2 cm para realização das medidas

(ângulo de 90° com o epicôndilo lateral da tíbia). Orientado no plano axial, o transdutor foi alinhado perpendicularmente ao músculo e movido de uma posição central para uma posição lateral ao longo dos pontos previamente marcados na pele, sem que se exercer pressão sobre o tecido nos pontos de medição. As imagens foram gravadas e analisadas posteriormente. Em seguida, as imagens obtidas pelo ultrassom foram rodadas e sobrepostas a reconstituindo a área de secção transversa dos músculos reto femoral e vasto lateral (FIGURAS 2 e 3). Posteriormente a área de secção transversa dos respectivos músculos foram avaliadas a posteriori pelo software de digitalização de imagens de uso livre (Madena 3.2.5, EyePhysics, Los Paladinos, USA) (LIXANDRÃO et al., 2015).

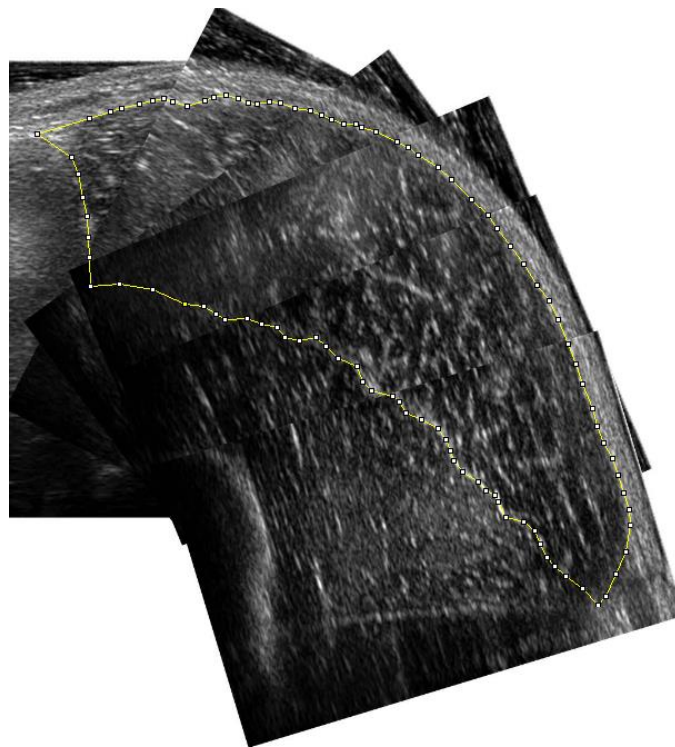


Figura 2 - Visualização da demarcação do perímetro do músculo vasto lateral.

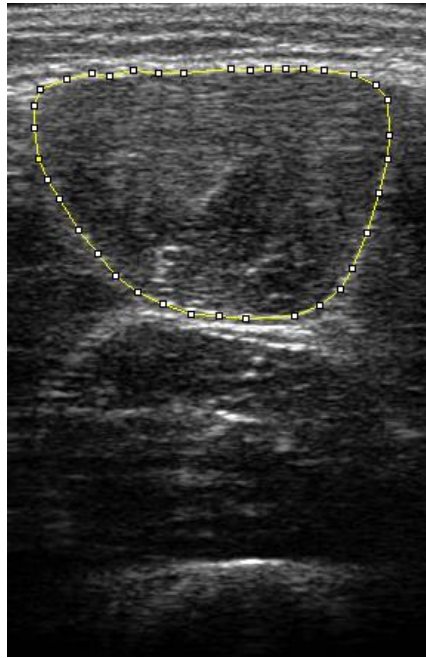


Figura 3 - Visualização da demarcação do perímetro do músculo reto femoral.

2.5 Familiarização ao método de PSE da sessão

Após a realização dos testes iniciais, foram realizadas três sessões de familiarização ao método de PSE da sessão. Estas sessões tiveram o objetivo de habituar os sujeitos ao uso da escala CR-10 de PSE, de modo a obtermos valores fidedignos de PSE da sessão. As sessões de familiarização respeitaram um intervalo de pelo menos 72h entre si, e ocorreram ao longo de duas semanas. As três sessões foram compostas por incrementos progressivos da carga de treinamento, com objetivo de mimetizar as progressões de cargas previstas no protocolo de treinamento (Tabela 2) possibilitando aos sujeitos a experiência de serem submetidos à diferentes magnitudes de carga de treinamento (*i.e.*, pequena, média e grande). Foram concedidos 120 segundos de intervalo entre as séries de exercício. O mesmo intervalo adotado durante todo o experimento (*i.e.*, durante o período de treinamento). A última sessão de deste período ocorreu uma semana antes do início do período experimental, os sujeitos foram considerados habituados à escala de PSE da sessão quando reportaram um descritor maior entre a segunda e terceira sessão deste período.

Tabela 2 - Sessões do período de familiarização ao método de PSE da sessão para ambos os grupos.

Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3
1x15RM	3x10-12RM	5x6-8RM

RM = repetições máximas

2.6 PSE da sessão

Trinta minutos após a sessão, os sujeitos responderam a seguinte pergunta: “Como foi sua sessão de treino?”. A resposta ao questionamento foi baseada na escala CR-10 apresentada na Tabela 3. O avaliado foi instruído escolher um descritor e depois um número de 0 a 10. O valor máximo 10 foi comparado ao maior esforço realizado pela pessoa e o valor mínimo é a condição de repouso absoluto (0). Essa medida foi utilizada com o intuito de avaliar o esforço global de toda a sessão de treino (MACGUIGAN; FOSTER, 2004).

2.7 Protocolo de treinamento

Ambos os grupos realizaram seis semanas de treinamento, respeitando uma frequência de dois treinos/semana com intervalo mínimo de 72h entre cada sessão. Para este período foram estipulados três protocolos de treino (Tabela 4).

2.8 Progressão de carga do grupo PL

Nas duas semanas iniciais o grupo PL realizou o protocolo de treino A seguido por duas semanas com o protocolo de treino B e terminando o experimento nas duas semanas finais com o protocolo de treino C (Tabela 4). Este desenho teve como objetivo progredir a carga, no que diz respeito ao volume e a intensidade do treinamento, do começo para o término do período experimental, respeitando o modelo usual de progressão da carga do TF.

Tabela 3 - Mudança da escala de categoria padrão de PSE adaptada para este estudo. As ancoras verbais foram modificadas para a língua portuguesa

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Tabela 4 - Progressão de carga do grupo PL.

Semanas	Protocolos de treinamento	Nº de séries	Nº de RM
1 e 2	Protocolo A	2	12–15
3 e 4	Protocolo B	4	8-10
5 e 6	Protocolo C	6	4-6

RM = repetições máximas

2.9 Progressão de carga do grupo PSE

Em linha com evidências que indicam um possível “efeito teto” na relação dose resposta no TF, em que, a partir de um determinado ponto (*i.e.*, volume e intensidade) a adição da carga de treinamento nem sempre proporciona ganhos adicionais de força motora e massa muscular (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005; KRIEGER, 2010). O objetivo deste programa foi ajustar a carga externa do treinamento no sentido de produzir um estresse global adequado para a otimização das adaptações morfológicas e funcionais

desejadas. Conforme esta premissa, a primeira sessão do grupo PSE foi obrigatoriamente igual ao PL (*i.e.*, 2x12-15 RM). Entretanto, a carga da segunda sessão de treino foi prescrita de acordo com a resposta do indivíduo em relação ao estresse global induzido pela sessão anterior (*i.e.*, baseado no valor de PSE da sessão). Valores de PSE da sessão abaixo de seis (*i.e.*, ≤ 5) significaram que a carga do treino subsequente deveria ser incrementada para o próximo protocolo (*e.g.*, do protocolo de treino A para a B). Valores entre seis e oito significaram que a carga do próximo treino deveria ser mantida. Entretanto, valores de PSE da sessão iguais ou maiores que nove por duas sessões de treino consecutivas implicaram em uma redução na carga de treino, não em intensidade, mas em volume (*i.e.*, redução de uma série de exercício) (Tabela 5). Por exemplo, caso um sujeito que estivesse no protocolo C de treinamento reportasse por duas sessões consecutivas um valor de PSE da sessão de valor igual ou superior a nove, a carga usual deste protocolo treino (*e.g.*, 6x4-6 RM) seria reduzida em uma série (*i.e.*, 5x4-6 RM). Se mesmo após a redução, os valores da PSE da sessão permanecessem altos (*i.e.*, 9 - 10), a mesma estratégia foi sempre mantida.

Tabela 5 - Progressão de carga pela percepção subjetiva do esforço da sessão (grupo PSE).

Classificações da escala (CR-10)	Ajustes do protocolo de treino
≤ 5	Próxima sessão deve ser realizada no protocolo subsequente (ex. de A \rightarrow B ou de B \rightarrow C)
6 a 8	Mantém a carga (protocolo) do próximo treino
9 e 10 (por 2 sessões consecutivas)	Redução de 1 série de exercícios até que os valores de PSE de sessão se estabilizem entre 6 e 8.

2.10 Análise estatística

Os dados foram apresentados em média e desvio padrão, sendo visualmente inspecionados por meio do gráfico *box plot* para a identificação da presença de *outliers*. O método Shapiro Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados. O modelo misto foi utilizado para avaliar o efeito do tempo (pré e pós-treinamento), dos grupos (PL e PSE) para as variáveis 1-RM e ASTM. Em caso de F significativo o *post-hoc* de Tukey

foi utilizado. O Test T de *Student* para medidas independentes foi utilizado, a fim de comparar a variável volume total de treinamento entre os grupos. Cálculos do tamanho do efeito (TE) intragrupo foram realizados para as variáveis 1-RM e ASTM conforme os procedimentos descritos por HOPKINS (2002). O teste Qui Quadrado (X^2) foi realizado para comparar o número de sessões realizadas em todo o período experimental e o número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treinamento (*i.e.*, protocolo A= 2x12-15RM; B= 4x8-10RM; C= 6x4-6RM). Adicionalmente, uma subanálise foi realizada a posteriori (*post-hoc*) com um subgrupo formado por indivíduos do grupo PSE que realizaram apenas o protocolo A de treino durante todo o período experimental (SubPSE; n=6). Para essa análise, o modelo misto foi utilizado para avaliar o efeito do tempo (pré e pós-treinamento), dos grupos (SubPSE e PL) para as variáveis 1-RM e ASTM. O Test T de *Student* para medidas independentes foi utilizado, a fim de comparar a variável volume total de treinamento entre esses grupos. Cálculos do tamanho do efeito (TE) intragrupo foram realizados para as variáveis 1-RM e ASTM. O nível de significância adotado foi de $p<0,05$.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Tradicionalmente as pesquisas que investigam o efeito dose resposta da carga do treinamento de força (TF), sobre a força motora e a hipertrofia muscular, utilizam desenhos experimentais, nos quais, indivíduos com características físicas semelhantes (*i.e.*, idade, sexo, tempo e estado de treinamento), são submetidos ao mesmo protocolo de treinamento (*e.g.*, 3x10RM/2min. de intervalo entre as séries), avaliando-se, posteriormente a magnitude das adaptações promovidas pela carga empregada durante o período experimental. Entretanto, apesar dos avanços obtidos até o presente momento, esta forma de prescrição do TF em que a carga do treinamento é definida previamente e as variáveis volume e intensidade não são ajustadas individualmente ao longo do treinamento, tem produzido resultados pouco uniformes a este respeito. (BERGER et al., 1962; CHESTNUT; DOERCHEITY, 1999; HASS et al., 2000; CAMPOS et al., 2002; HUMBURG et al., 2007; RONNESTAD et al., 2007; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; SHOENFELD et al., 2014).

Sobre a intensidade, por exemplo, Chestnut e Docherty (1999) investigaram o efeito dos protocolos de treinamento convencionalmente utilizados para o desenvolvimento da força motora (4x6RM/3min. de intervalo ente as séries) e para hipertrofia muscular (3x10RM/3min. de intervalo entre as séries) nas adaptações morfológicas e funcionais de indivíduos não treinados em força. Para tanto, os indivíduos foram submetidos à um dos dois protocolos de treinamento por um período de 10 semanas (*i.e.*, 30 sessões experimentais) nos exercícios rosca bíceps, rosca Scott, tríceps na polia alta e supino com a pegada fechada. Ao término do período experimental os autores não identificaram diferenças nos ganhos de força motora nos exercícios de rosca bíceps e supino com a pegada fechada nem na hipertrofia muscular do bíceps e tríceps braquial.

Por outro lado, em Campos et al. (2002) indivíduos não treinados em força submetidos à oito semanas de treinamento (*i.e.*, 20 sessões de treino) nos exercícios de agachamento, *leg press* e extensão de joelhos, obtiveram maiores ganhos de força motora com o protocolo de alta intensidade (*i.e.*, 4x3-5RM/3min de intervalo entre as séries) em relação aos indivíduos que realizaram o protocolo de média e baixa intensidade (3x9-11RM/2min de intervalo entre as séries; 2x20-28RM/1min de intervalo, respectivamente) nos exercícios de agachamento e *leg press*, assim como, na cadeira extensora quando comparado apenas ao grupo de baixa intensidade (*i.e.*, 2x20-28RM). Quanto à hipertrofia muscular, apenas os protocolos de treinamento de média e baixa intensidade promoveram

hipertrofia das fibras musculares do tipo I (12,5%) IIA (19,5%) e IIB (26%) em média para ambos os protocolos de treinamento, ou seja, os resultados obtidos por Campos et al. (2002) vão no sentido oposto aos dados apresentados por Chestnut e Docherty (1999), apesar da semelhança entre os protocolos de treinamento e da população investigada.

Sobre as adaptações funcionais obtidas em Campos et al. (2002) a intensidade do TF também parece influenciar na magnitude das adaptações funcionais ao TF em indivíduos treinados em força (SHOENFELD et al., 2014). Neste os autores compararam o protocolo A de treinamento (7x3RM/3min de intervalo entre as séries) tipicamente utilizado por levantadores de peso, com o protocolo B (3x10RM/90 segundos de intervalo entre as séries), tipicamente utilizado por fisiculturistas. Ao término de oito semanas de treinamento (9 séries/semana para cada grupo muscular) o protocolo de treino mais intenso (*i.e.*, 7x3RM) produziu maiores ganhos de força motora (10,9%) no exercício de supino em relação ao protocolo de 3x10RM (8,1%) com tendência para os mesmos resultados no exercício de agachamento (22,2% *vs.* 18,9%) protocolos A e B respectivamente. Neste, os autores também reportaram que ambos os protocolos de treinamento foram efetivos no aumento da espessura do bíceps braquial sem diferença significativa entre eles.

Quanto ao volume de treinamento, a falta de consenso sobre o efeito dose resposta nos ganhos de força motora e na hipertrofia muscular, em indivíduos não treinados em força, é semelhante aos resultados obtidos nos estudos que se ocupam a investigar o efeito da intensidade no TF. Por exemplo, em Humburg et al. (2007) os autores realizaram um estudo com desenho experimental modelo *cross over*, com o objetivo de investigar o efeito dos protocolos de treinamento de 1 ou 3x8-12RM no desenvolvimento da força motora. Para tanto, indivíduos não treinados em força foram submetidos a dois programas de treinamento compostos por dois blocos de nove semanas cada, separados por um período de destreino com a mesma duração (*i.e.*, 9 semanas). Neste, os indivíduos foram alocados em dois grupos distintos (*i.e.*, grupo A e B). O grupo A realizou no primeiro bloco de treinamento o protocolo de 1x8-12RM e no segundo bloco o protocolo de 3x8-12RM/1min. de intervalo entre as séries, enquanto que, o grupo B realizou os mesmos protocolos de treinamento na ordem inversa (*i.e.*, 3x8-12RM no bloco A e 1x8-12RM no bloco B). Ao término do período experimental os autores concluíram que o protocolo de treinamento de séries múltiplas foi mais eficiente em produzir ganhos de força motora nos exercícios de supino (13,2 *vs.* 8,2%) e rosca bíceps (16,5 *vs.* 10,6%) em relação ao protocolo de série simples. Entretanto, nos membros inferiores (*i.e.*, *leg press*) não houve

diferença significativa entre os protocolos de uma e três séries respectivamente (9,5% vs. 14,4%).

Por outro lado, os resultados obtidos em Ronnestad et al. (2007) vão na direção oposta aos encontrados por Humberg et al. (2007). Neste, indivíduos não treinados em força (assim como em HUMBURG et al., 2007) foram alocados em um de dois grupos de treinamento (*i.e.*, grupos A e B). O grupo A realizou o protocolo de 3x7-10RM para os exercícios de membros superiores (supino, puxador polia alta para costas, desenvolvimento, remada baixa, rosca bíceps) e o protocolo de 1x7-10RM nos exercícios para membros inferiores (*leg press*, extensão de joelhos e flexão plantar) por um período de 11 semanas (*i.e.*, 33 sessões experimentais). Enquanto o grupo B realizou o mesmo programa de treinamento com o número de séries opostas ao protocolo de treinamento do grupo A, ou seja, os exercícios direcionados para membros superiores foram realizados com uma série apenas e os exercícios direcionados para membros inferiores foram realizados em três séries cada. Ao término do período experimental os autores concluíram que o protocolo de três séries promoveu maiores ganhos de força motora (41 vs. 21%) e maior hipertrofia muscular (11 vs. 7%) nos membros inferiores, enquanto que, nos membros superiores o protocolo de três séries não promoveu ganhos adicionais em nenhuma das duas variáveis dependentes (*i.e.*, força motora e hipertrofia muscular).

Quanto aos estudos que investigam o efeito do volume de treinamento sobre as variáveis funcionais e morfológicas em indivíduos treinados em força, a maior parte das pesquisas indica que o protocolo de treinamento de múltiplas séries (*i.e.*, ≥ 3 séries) produz maiores ganhos de força motora e maior hipertrofia muscular em relação ao protocolo de série simples (KRAEMER, 1997; KRAMER et al., 1997; SCHLUMBERGER; STEC; SCHMIDTBLEICHER, 2001; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011). Por exemplo, em Kramer et al. (1997), o protocolo de 3x10RM com 2-3 min. de intervalo entre as séries, produziu maiores ganhos de força motora no exercício de agachamento (25,5 vs. 11,1%) quando comparado ao protocolo de 1x8-12RM, em indivíduos treinados em força, após 14 semanas de treinamento (*i.e.*, 28 sessões experimentais). Dados convergentes foram encontrados por Schlumberger, Stec e Schmidtbleicher (2001). Neste, indivíduos treinados em força foram submetidos a um de dois protocolos de treinamento (*i.e.*, 1 ou 3x6-9RM, com 2min de intervalo entre as séries) por um período de seis semanas (*i.e.*, 12 sessões experimentais) nos exercícios de supino e extensão de joelhos. Ao final do período experimental, o protocolo de treinamento de três séries produziu maiores ganhos de força motora em relação ao protocolo de uma série em ambos

os exercícios (supino: 10 vs. 4,1%; extensão de joelhos: 15 vs. 6%). Por outro lado, em Hass et al. (2000), o programa de treinamento de 3x8-12RM realizado em formato de circuito (composto por nove exercícios) não produziu maiores ganhos de força motora e hipertrofia muscular em relação ao mesmo programa de treinamento realizado com apenas uma série. Estes resultados foram obtidos em indivíduos treinados em força após um período de 13 semanas de treinamento (*i.e.*, 39 sessão experimentais).

Mais recentemente, Marshall, McEwen e Robbins (2011) tiveram como objetivo investigar o possível efeito adicional de grandes volumes de treinamento nos ganhos de força motora em indivíduos bem treinados em força. Neste, os autores partiram da premissa que a falta de consenso sobre o efeito adicional do aumento do volume de treinamento sobre os ganhos de força motora estaria, em parte, relacionado à pequena diferença de volume entre os protocolos de uma e três séries que a maior parte das pesquisas anteriores fizeram uso (STARKEY et al., 1996; HASS et al., 2000). Assim, os autores compararam o efeito dos protocolos de 1, 4 e 8 séries à 80% de 1-RM com 3min de intervalo entre a séries sobre os ganhos de força motora no exercício de agachamento. Ao término de seis semanas de intervenção (*i.e.*, 12 sessões experimentais), os autores reportaram que houve diferença significativa nos ganhos de força motora em prol do protocolo de oito séries quando comparado ao programa de série simples (19,7 vs. 11,7%). Contudo, diferentemente dos resultados de Kramer et al. (1997) e Schlumberger, Stec e Schmidtbleicher (2001), os ganhos de força motora não foram diferentes entre os protocolos de quatro e uma série apenas (13,2 vs. 11,7%).

De fato, alguns estudos de revisão vêm mostrando ao longo do tempo que a carga do TF deve ser acrescida conforme a melhora do condicionamento físico do praticante (WOLF; LEMURA; COLE, 2004; KREAMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009; KREIGER, 2010). Por exemplo, em Wolf, Lemura e Cole (2004), os autores realizaram um estudo de revisão sistemática da literatura e verificaram que programas de treinamento compostos por sessões de exercícios com séries múltiplas possuem um efeito maior sobre os ganhos de força motora apenas em programas de treinamento com mais de 17 semanas de duração. Em outro estudo do mesmo gênero, os resultados apresentados também demonstraram que há uma relação direta entre a melhora do condicionamento físico do praticante e a necessidade da progressão da carga do TF, tanto em volume quanto em intensidade (PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005). Neste, os autores chegaram à conclusão de que indivíduos não treinados se beneficiam de maiores ganhos de força motora ao realizarem programas de treinamento de 4 séries à 60% de 1RM enquanto

indivíduos treinados necessitariam realizar entre 4 e 6 séries em intensidade maiores (80% de 1RM). Já atletas atingiriam maiores ganhos de força motora com treinos de 8 séries à 85% de 1RM. Quanto à hipertrofia muscular, os resultados apresentados na literatura são semelhantes aos encontrados no TF para o aumento de força motora. Estudos como o de Kraemer e Ratamess (2004) e do ASCM (2009) sugerem que indivíduos iniciantes ou moderadamente treinados em força obtém os melhores resultados de hipertrofia muscular com programas de TF realizados a 70% de 1-RM e estes números podem chegar a 100% de 1-RM para indivíduos altamente treinados. Da mesma forma, o volume pode variar entre protocolos de treino de série simples, para iniciantes, até programas de treinamento de seis séries para indivíduos bem treinados em força.

Entretanto, apesar desses estudos indicarem que tanto o volume quanto a intensidade do TF devem progredir conforme a melhora do condicionamento físico do praticante, sugerindo números aproximados de séries e repetições que podem ser utilizadas para o melhor desenvolvimento da força motora e para hipertrofia muscular, até o presente momento a literatura ainda não fornece um parâmetro que permita um ajuste individualizado da carga do TF nos diferentes momentos de um programa de treinamento e essa limitação pode estar associada à forma com que o processo de treinamento (*i.e.*, a repetição sistemática dos exercícios) tem sido conduzido nas pesquisas que investigam o efeito dose resposta do TF (IMPELLIZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005).

3.1 Cargas de treinamento

Um método alternativo para a otimização da relação do efeito dose resposta da carga de treinamento físico foi proposto por Impellizeri, Rampinini e Marcora, (2005). Neste trabalho, os autores destacam o antagonismo entre o modo tradicional de condução do processo de treinamento em equipes esportivas, no qual grande parte do treinamento é realizado em grupo (*e.g.*, jogos reduzidos do futebol), porém as respostas fisiológicas (*e.g.*, frequência cardíaca) frente aos exercícios (*i.e.*, carga externa do treinamento) podem variar entre as sessões de treino ou entre indivíduos de um mesmo grupo dentro de uma mesma sessão. Para tal problema, os autores argumentam que o processo de treinamento deva ser norteado pelo resultado da monitoração das alterações psico/fisiológicas (*e.g.*, carga interna do treinamento) oriundas da relação entre a carga externa do treinamento (*i.e.*, a organização, a qualidade e a quantidade de treinamento) com as características de

cada praticante (*i.e.*, herança genética, experiência de treino, idade, nível de treinamento, estado nutricional etc.) (Fig. 4). Sobre a carga interna do treinamento, até o presente momento há dois parâmetros que permitem sua quantificação: a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva do esforço. Adicionalmente, iremos discutir sobre uma medida derivada da FC definida como variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que, apesar de não permitir a quantificação da carga interna do treinamento, pode ser utilizada como um parâmetro de referência em um processo de treinamento por ser uma variável responsiva às diferentes estratégias de treino.

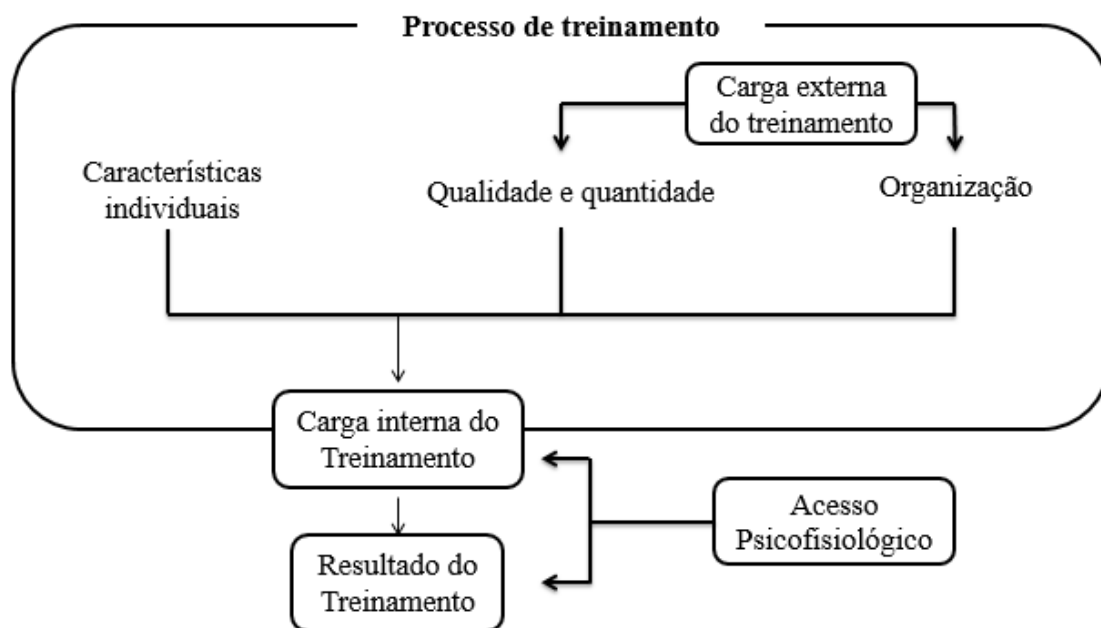


Figura 4 - Processo de treinamento traduzido de Impellizeri, Rampinini e Marcora (2005).

3.2 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) é um parâmetro fisiológico amplamente utilizado na monitoração da intensidade de exercícios aeróbios (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003). Este método baseia-se no princípio de que há uma relação linear entre a FC e o consumo de oxigênio em um grande espectro de trabalho de exercícios aeróbios realizados em estado estacionário (IMPELLIZERI, RAMPININI e MARCORA 2005; BORRESEN; LAMBERT 2009). Entretanto, uma das limitações deste método é que a FC permite monitorar apenas a intensidade das sessões de treino aeróbio (TA), assemelhando-se muito ao uso do percentual de 1-RM no TF, e não pode ser utilizado como um marcador

da magnitude da interna carga de treinamento (*i.e.*, volume/intensidade) devido à pouca influência que o volume de treino exerce sobre este parâmetro (IMPELLIZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). Devido às limitações apresentadas pela FC em refletir a magnitude da carga interna do treinamento, alguns métodos têm sido desenvolvidos ao longo do tempo produzindo fórmulas que adicionam medidas de volume de treino (*e.g.*, duração da sessão de treino) com o intuito de quantificar a magnitude da carga interna do treinamento. Um desses métodos é o impulso de treino (TRIMP) desenvolvido por Banister (TRIMP_{BAN}) (BORRESSEN; LAMBERT, 2009). O TRIMP_{BAN} é calculado utilizando a duração, a FC máxima, a FC de repouso e a média da FC durante o exercício (equação 1).

$$\text{TRIMP } (w(t)) = \text{duração do treino (min.)} \times \text{razão } \Delta FC \times Y$$

$$\text{Razão de } \Delta FC = \frac{FC_{ex.} - FC_{rep.}}{FC_{max.} - FC_{rep.}}$$

(Eq.1)

Onde $Y = 0.64e^{1.92x}$ para homens e $0.86e^{1.67x}$ para mulheres, $e = 2.12$ e $X = \text{razão } \Delta FC$. Y é um fator ponderador que enfatiza o exercício de alta intensidade evitando a desproporcionalidade do volume dos exercícios de baixa intensidade e longa duração. O fator Y é baseado no perfil de lactato de homens e mulheres treinados, relativo ao aumento da intensidade do exercício. Entretanto, este método pouco considera a aptidão física do praticante para o cálculo da magnitude da carga interna do treinamento e possui aplicação limitada em esforços físicos com características intermitentes.

Um dos métodos de impulso de treino utilizados para cálculo da carga de esforços físicos com características intermitentes é a soma das zonas da FC (FOSTER et al., 2001). Neste método, o tempo de exercício realizado nas zonas de 50, 60, 70, 80 e 90% da FC máxima é multiplicado pelos fatores ponderadores 1, 2, 3, 4 e 5 utilizados para cada uma das zonas de FC respectivamente, e então, após ajustados, estes escores são somados. Contudo, apesar da soma das zonas da FC proporcionar maior valor aos esforços realizados em alta intensidade, esta fórmula, assim como o TRIMP_{BAN}, pouco considera o condicionamento físico do praticante e conseqüentemente a variação da cinética do acúmulo de substâncias metabólicas individuais em cada zona da FC. Neste sentido,

Lucia et al. (2003) foram um dos primeiros métodos a priorizar as características individuais dos praticantes para o cálculo do impulso de treino. Nele, a duração do trabalho gasto em cada uma das três zonas (Zona 1: abaixo do limiar ventilatório; Zona 2: entre o limiar ventilatório e o ponto de compensação respiratória e a Zona 3: acima do ponto de compensação respiratória) é multiplicado pelo coeficiente K (K=1 para a Zona 1, K=2 para a Zona 2 e K=3 para a Zona 3) e então, após ajustados, os escores de cada zona são somados. Na mesma linha, Stagno, Thatcher e Van Someren, (2007) modificaram o TRIMP_{BAN} ajustando o fator de ponderação (Y) conforme a média da FC atingida nos limiares de lactato de 1.5mmol (Zona de FC 2) e no ponto compensação respiratória (PCR) de 4mmol (Zona de FC 4) e a partir das zonas de FC 2 e 4 foram criadas mais 3 zonas de FC (Zonas 1, 3 e 5) com amplitude de 7% de FC entre cada uma delas (Zonas de FC 1, 2, 3, 4 e 5) cada uma com o seu próprio fator Y. (Tabela 1).

Tabela 6 - Zonas de FC, fatores ponderadores correspondentes e descrições dos treinos do TRIMP criadas por Stagno, Thatcher e Van Someren, (2007)

Zona	% máximo da FC	Fator ponderador	Tipo de treino
5	93-100	5.16	Treino Máximo
4	86-92	3.61	Treino no PCR
3	79-85	2.54	Treino no estado estável
2	72-78	1.71	Limiar de Lactato
1	65-71	1.25	Atividade Moderada

Entretanto, como o TRIMP desenvolvido por Stagno et al. (2007) ainda trabalha com Ys desenvolvidos através das medidas de uma média do grupo. Nesse sentido, Manzi et al. (2009) desenvolveram o TRIMP individual em que a única diferença é a elaboração de um fator Y individual conforme os resultados da FC atingida no limiar aeróbio e no ponto de compensação respiratória verificados nos testes progressivos máximo de cada indivíduo. Contudo, todas as medidas de TRIMP apresentadas nessa sessão têm como parâmetro de intensidade de treino a FC e limiares de Lactato, ou seja, parâmetros que não se aplicam ao TF (MCGUIGAN; FOSTER, 2004).

3.3 Variabilidade da frequência cardíaca

Outro método utilizado como parâmetro para o processo de treinamento é o acesso indireto às alterações do sistema autônomo mensurados por meio da VFC. De forma geral, a VFC descreve as oscilações dos intervalos entre os batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), as quais estão relacionadas à influência do sistema nervoso autônomo sobre o nódulo sinusal (VANDERLEI et al., 2009). Mudanças na atividade autonômica sobre o sistema cardíaco podem funcionar como um indicador das mudanças da atividade autonômica sobre o organismo, servindo como parâmetro de recuperação homeostática. Fatores como, queda do PH sanguíneo, diminuição do volume plasmático e hipercábia podem alterar negativamente os índices de VFC por até 72hs, indicando que o organismo não estaria em suas melhores condições para suportar uma nova carga/estímulo de treino físico (STANLEY; PEAKE; BUCHHEIT, 2013). Como corolário, indivíduos com maiores índices de VFC possuem maiores condições adaptativas ao TA (HAUTALA et al., 2003).

De acordo com estas premissas, Kiviniemi et al. (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de investigar se a prescrição do TA de acordo com as alterações da VFC em indivíduos moderadamente treinados poderia ser mais efetiva nas adaptações cardiovasculares e no desempenho do teste progressivo máximo em relação ao treinamento prescrito da forma tradicional, ou seja, com o processo de treinamento sendo determinado previamente (*i.e.*, intensidade/volume das sessões e a frequência semanal). A objetivo primário da pesquisa foi prescrever TA de alta intensidade nos dias em que o organismo apresentasse altos índices de VFC e treinos de baixa intensidade ou repouso quando o organismo apresentasse baixos índices de VFC. Enquanto o TA tradicional foi realizado seis dias por semana sendo quatro dias de alta intensidade (*i.e.*, 85% do $VO_{2máx.}/30$ min. de duração) somados a mais dois dias de baixa intensidade (*i.e.*, 65% do $VO_{2máx.}/40$ min. de duração). Ao término do período experimental, os autores observaram que o grupo que treinou conforme as alterações da VFC obteve maior ganho no desempenho máximo de corrida em relação ao grupo tradicional, que teve o treino prescrito previamente sem o uso de um parâmetro interno que orientasse todo o processo de treinamento, com a vantagem adicional de terem realizado menos sessões de treino de alta intensidade no mesmo período de tempo.

Estes resultados abriram a perspectiva para a prescrição individualizada do treinamento por meio de parâmetros internos que orientem o processo de treinamento.

Entretanto, a VFC não é um bom indicativo de recuperação dos estoques de energia muscular e, adicionalmente, os registros sobre sua relação com o desempenho no TF ainda são escassos (STANLEY; PEAKE; BUCHHEIT, 2013). Por outro lado, já existe um método bem consolidado na literatura (*i.e.*, percepção subjetiva do esforço da sessão) que permite o acesso à magnitude da carga interna do TF (SWEET et al., 2004; DAY et al., 2004; PRITCHETT et al., 2009; LODO et al., 2012; KRAFT et al., 2014).

3.4 Percepção subjetiva do esforço da sessão

As escalas de percepção subjetiva do esforço surgiram por volta da década de 1970, fruto dos estudos psicofísicos iniciados na década de 1950 que tinham como um dos objetivos desenvolver parâmetros que possibilitassem estimativas confiáveis sobre o esforço percebido (BORG, 2000). Um dos resultados desse movimento foi a concepção da escala de percepção do esforço de categoria padrão CR-10 (NOBLE et al., 1983). Esta escala tem por objetivo avaliar a maioria dos tipos de intensidades perceptivas, incluindo atividades físicas que produzem um grande acúmulo de lactato e dor (NOBLE et al., 1983; BORG, 2000). Posteriormente, Foster et al. (1995) passaram a utilizar esta escala para medir a magnitude da carga de treinamento. Neste método, 30 min. após o término da sessão os praticantes reportavam, conforme os valores da escala CR-10, qual havia sido o esforço realizado durante toda sessão de treino, e então, este escore representaria a intensidade da sessão do treino. Para o cálculo da magnitude da carga interna do treinamento, os escores da PSE da sessão eram multiplicados pela duração da sessão de TA (*i.e.*, parâmetro externo de volume) e assim como o TRIMP, o resultado desta operação indicaria, em unidades arbitrárias, a magnitude da carga interna do TA. Neste mesmo estudo (FOSTER et al., 1995), os autores relataram resultados laboratoriais (não publicados) que indicaram uma correlação moderada entre os escores da PSE da sessão e a média da FC de reserva em exercícios de corrida contínua com duração 30min. ($r=0,65$) e uma forte correlação (números não divulgados) entre a PSE da sessão e comportamento da FC de reserva em exercícios contínuos e intervalados, realizados em diferentes zonas de treinamento, conforme a concentração de lactato sanguíneo (*i.e.*, abaixo de 2mmol, entre 2 e 4mmol e acima de 4mmol).

Entretanto, um dos primeiros estudos a avaliar diretamente a validade PSE da sessão na monitoração da intensidade de diversos tipos de esforços no TA foi o de Foster et al. (2001). Neste, os autores avaliaram a relação entre a PSE da sessão e o TRIMP da

soma das zonas de FC utilizando dois desenhos experimentais distintos. No primeiro experimento, 12 ciclistas bem treinados realizaram nove sessões de treino (*i.e.*, nove condições experimentais distintas) que incluiu, uma sessão de referência de 30 min. de exercício contínuo no ciclo ergômetro à 90% da potência gerada no limiar anaeróbio durante o teste progressivo, mais dois exercícios contínuos adicionais, realizados nesta mesma intensidade, com duração de 60 e 90 min. e seis sessões de treinamento intervalado com a mesma média de produção de potência do exercício de referência. Estes exercícios tiveram 30 min. de duração e incluíram variações na magnitude do esforço (± 10 , ± 25 , e 50% da média de produção de potência com uma constante de 60s/60s entre esforço e recuperação) e na duração do esforço (0,5min./0,5min., 1min./1min. e 2min./2min. com uma diferença constante de produção de potência de $\pm 25\%$ entre o esforço e a recuperação). No segundo experimento, basquetebolistas de nível colegial foram monitorados durante partidas realizadas em sessões de treino ou em competições. Os resultados deste trabalho indicaram que apesar dos maiores escores produzidos pela PSE da sessão em relação ao TRIMP da soma das zonas da FC o padrão desta diferença foi altamente consistente entre os diversos exercícios realizados em ambos os experimentos, indicando que a PSE da sessão pode ser um método válido para aferir a magnitude da carga interna de sessões de TA dos mais diversos tipos.

Uma vez consolidado o uso da PSE da sessão na monitoração da intensidade em sessões de TA. Day, et al (2004) realizaram um dos primeiros experimentos com o objetivo de investigar o comportamento deste parâmetro de carga interna na monitoração da intensidade de sessões de TF. Para isso, indivíduos treinados em força realizaram de forma aleatória três sessões de TF com diferentes magnitudes de intensidade (alta= 1x4-5 repetições a 90% de 1-RM; média= 1x10 repetições a 70% de 1-RM e baixa= 1x15 repetições a 50% de 1-RM intensidade) compostos por cinco exercícios (agachamento, desenvolvimento, supino, puxador costas e flexão de cotovelo) e ao término do período experimental, os resultados demonstraram que a PSE da sessão aumentou do protocolo de baixa para o protocolo de média intensidade (3,3 vs. 5,2) e o mesmo ocorreu entre os protocolos de média e alta intensidade (5,2 vs. 6,9), indicando que a PSE da sessão foi um parâmetro eficaz para identificar as diferentes magnitudes de intensidade das sessões de TF.

Com base nesses achados, Sweet et al. (2004) investigaram a validade da PSE da sessão em quantificar a intensidade dos esforços realizados no TF comparando com as alterações deste parâmetro frente as sessões de TA, observados a mais tempo na literatura.

Para tanto, indivíduos treinados em força e no ciclo ergômetro, realizaram três sessões de TF compostas por protocolos de treinamento de baixa (2x15 repetições a 50% de 1-RM), média (2x10 repetições a 70% de 1-RM) e alta intensidade (2x4 repetições a 90% de 1-RM), compostas por seis exercícios (puxador costas, flexão e extensão de cotovelos, *leg press*, supino vertical e desenvolvimento). Estes protocolos foram somados a mais três sessões de TA, contínuas, compostas por protocolos de baixa (30min. a 56% do $VO_{2\text{pico}}$), média (30min. a 71% do $VO_{2\text{pico}}$) e alta intensidade (30 min. a 90% do $VO_{2\text{pico}}$) realizadas no ciclo ergômetro. A ordem e intensidade das sessões de TF e de TA foram aleatorizadas. Após o período experimental, verificou-se um comportamento semelhante na PSE da sessão em ambos os modelos de treinamento (*i.e.*, TF e TA) como resposta ao aumento da intensidade das sessões entre os protocolos de baixa e média intensidade (TF: 3,8 - 5,7; TA: 3,6 - 5,1) e entre os protocolos de média e alta intensidade (TF: 5,7 - 6,3; TA 5,1 - 7,8), indicando que a PSE da sessão pode ser um parâmetro eficaz em medir as alterações da intensidade das sessões de TF assim como no TA.

Contudo, apesar das evidências suportarem o uso da PSE da sessão para quantificar a intensidades dos esforços realizados no TF, até o momento, pouco se sabia sobre a influência do volume nos escores da PSE da sessão no TF, levando alguns autores a sugerirem o uso do produto da PSE da sessão (*i.e.*, medida de intensidade) pelo número de repetições (*i.e.*, medida de volume) para o cálculo subjetivo da magnitude da carga interna do TF (MACGUIGAM; FOSTER 2004). Nesse sentido, Lodo et al. (2012) realizaram uma pesquisa com dois desenhos experimentais que teve como objetivo determinar qual variável (*i.e.*, volume ou intensidade) teria maior influência nos índices da PSE da sessão após sessões de TF utilizando o exercício de supino. No primeiro experimento os voluntários realizaram três sessões experimentais de forma aleatória e com volumes e intensidades diferentes (*i.e.*, 4x20RM; 8x8RM; 10x4RM com 1, 2 e 3 min de intervalo entre cada série, respectivamente). No segundo experimento, os voluntários realizaram duas sessões experimentais (de forma randomizada) de 10 séries a 50 ou 70% de 1RM, com 2min de intervalo entre cada série. Na primeira sessão os voluntários realizaram 10 séries até a falha concêntrica com a intensidade selecionada pelos avaliadores (*i.e.*, 50 ou 70% de 1-RM). Na segunda sessão, os voluntários realizaram o número de séries necessárias até completar o volume total (*i.e.*, número de séries x repetições x quilos por repetição) da sessão anterior. Desta forma, todas as séries também foram realizadas até a falha concêntrica, menos a última série, em que os indivíduos foram orientados a realizarem apenas o número de repetições necessárias para atingirem o

volume total realizado por eles mesmos na primeira sessão. Ao término do período experimental, os autores verificaram que no primeiro experimento as sessões que produziram um volume total maior de treinamento (*i.e.*, 8x8RM; e 10x4RM) produziram maiores valores de PSE da sessão (7,5 e 7,0 respectivamente) em relação ao protocolo de 4x20RM que produziu menor volume total de treinamento e conseqüentemente menores escores de PSE da sessão (5,5). No segundo experimento, no qual o volume total de treinamento foi equalizado, os resultados demonstraram que não houve diferença entre os valores da PSE da sessão (8,2 *vs.* 8,3) produzidos pelas condições de 50% e 70% de 1-RM respectivamente, levando os autores a concluir que o volume total de treinamento – e não a intensidade - foi o fator determinante para as alterações dos índices de PSE da sessão nesta condição. Contudo, apesar do volume total ter sido equalizado entre as condições no segundo experimento, a maior densidade de treino do protocolo de baixa intensidade (*i.e.*, 50%) pode ter sido um fator determinante para a elevação dos escores da PSE da sessão aos mesmos patamares do protocolo de treinamento de maior intensidade (*i.e.*, 70%).

Neste sentido, Kraft et al. (2014) investigaram o efeito intensidade da PSE da sessão equalizando as sessões experimentais de diferentes intensidades pela taxa de trabalho. Neste, indivíduos treinados em força realizaram, de forma aleatória, os protocolos de treinamento de alta intensidade (*i.e.*, 3x6 a 80% de 1RM/1,5min de intervalo entre as séries) e de intensidade moderada (*i.e.*, 2x12 a 60% 1RM/3min de intervalo entre as séries) compostos por seis exercícios (supino, elevação lateral, puxador costas, flexão e extensão de cotovelos). Após o período experimental, os autores verificaram que o protocolo de alta intensidade produziu maiores escores de PSE da sessão em relação ao protocolo de intensidade moderada (5,7 *vs.* 4,3), indicando que a intensidade do TF foi um fator determinante para o aumento dos escores de PSE da sessão quando o volume total de treinamento a taxa de trabalho são controlados. Dessa forma, os dados apresentados pela literatura sugerem que apesar da intensidade ser o fator determinante para as alterações dos escores desta escala, a PSE da sessão também é fortemente influenciada pelo volume do TF eliminando a necessidade de parâmetros externos de volume de treino (*i.e.*, número de repetições) para a quantificação da magnitude da carga interna do TF. Assim, a PSE da sessão pode ser utilizada como parâmetro para o controle da prescrição e progressão de carga do TF, conforme o conceito proposto por Impellizzeri, Rampinini e Marcora (2005), pois é uma ferramenta de fácil acesso para a monitoração da magnitude da carga interna do TF por ser fortemente

influenciada pelas variáveis controladoras da carga do TF (*i.e.*, volume e intensidade). Nesse sentido, parece razoável inferir que o controle da progressão da carga do TF por meio da monitoração da PSE da sessão possibilitará ajustes individuais mais eficientes da carga de treinamento possibilitando aumentos similares de força motora e hipertrofia muscular a partir de menos sessões de maior intensidade e volume em relação ao modelo tradicional de progressão do TF guiado apenas na manipulação da carga externa do treinamento.

4 RESULTADOS

Esta sessão foi subdividida em duas partes. Na primeira parte foram apresentados os resultados da análise dos dados comparando os valores das variáveis investigadas entre os grupos PL e PSE da sessão. Na segunda parte desta sessão, foram apresentados os resultados da subanálise, comparando os dados produzidos pelo grupo PL com os dados do subgrupo SubPSE.

4.1 Volume total de treinamento, número de sessões realizadas em todo o período experimental e número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treinamento.

Ao final do período experimental foi observado um volume total de treinamento similar entre os grupos PL (47.799 ± 5.685 kg) e PSE (45.366 ± 10.190 kg) ($p=0,518$) (Fig. 5 - Painel A). Em média, os participantes de ambos os grupos treinaram com um volume total de 3.931 ± 634 kg por sessão de treino. O número de sessões experimentais realizadas no protocolo A foi significativamente maior no grupo PSE ($76 \pm 5,6$ sessões) em comparação ao grupo PL (40 ± 0 sessões) ($p<0,0001$). Por outro lado, o grupo PL realizou um número maior de sessões experimentais nos protocolos B (PL: 40 ± 0 sessões; PSE: $24 \pm 4,5$ sessões; $p=0,0028$) e no protocolo C (PL: $39 \pm 0,3$ sessões; PSE: $20 \pm 4,22$ sessões; $p=0,004$) quando comparado ao grupo PSE (Fig.5 - Painel B).

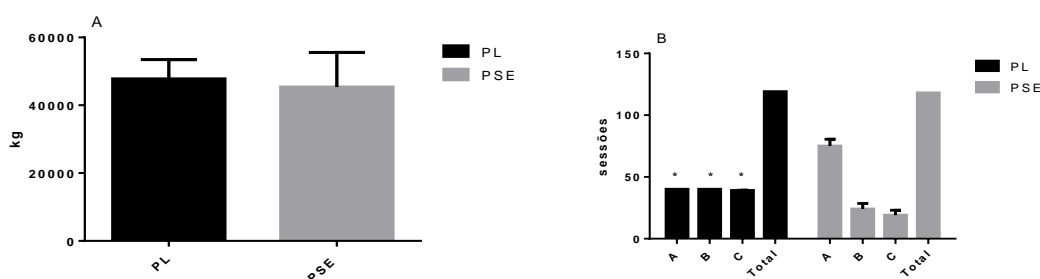


Figura 5 - **Painel A:** Valores do volume total de treinamento (kg) realizado em todo o período experimental (média \pm DP). PL= grupo progressão linear e PSE= grupo progressão pela PSE da sessão. **Painel B:** Número de sessões realizadas em todo período

experimental (Total) e número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treino (A, B e C) (média \pm DP). PL= grupo progressão linear e PSE= grupo progressão pela PSE da sessão. * indica $p < 0,05$ em relação ao grupo PSE no número de sessões realizadas em cada um dos protocolos de treinamento.

4.2 Força máxima dinâmica (1-RM) no agachamento e área de secção transversa muscular do quadríceps (ASTM).

Houve aumento significativo nos valores de 1-RM nos grupos PL (9,28%; TE: 0,62; $p < 0,0001$) e PSE (9,68%; TE: 0,50; $p < 0,0001$) entre os momentos pré- e pós-treinamento (Fig. 6 - Painel A). Não houve diferença significativa nos valores absolutos de 1-RM entre os grupos PL e PSE no momento pós-treinamento ($p = 0,7862$) (Fig. 6 Painel B). Houve aumento significativo nos valores da ASTM nos grupos PL (9,65%; TE: 0,59; $p < 0,0001$) e PSE (6,55%; TE: 0,32; $p = 0,0032$) entre os momentos pré e pós-treinamento (Fig. 6 - Painel B), indicando que ambos os modelos de controle da progressão da carga foram igualmente efetivos para o ganho de força muscular. Os valores da ASTM foram comparáveis entre os grupos PL e PSE no momento pós-treinamento ($p = 0,6755$), evidenciando o mesmo potencial hipertrófico de ambas as estratégias.

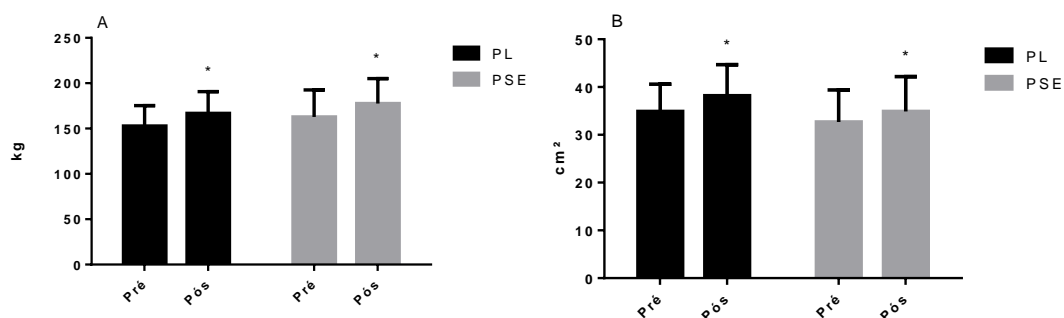


Figura 6 - **Painel A:** Valores de força máxima dinâmica (1-RM, em kg) para o exercício de agachamento (média \pm DP) nos momentos pré e pós-treinamento. PL= grupo progressão linear e PSE-grupo progressão pela PSE da sessão. * indica $p < 0,05$ para comparações intragrupo entre os momentos pré e pós-treinamento. **Painel B:** Valores da

área de secção transversa muscular (ASTM, em cm²) (média ± DP) nos momentos pré e pós-treinamento. PL= grupo progressão linear e PSE= grupo progressão pela PSE da sessão. * indica $p < 0,05$ para comparações intragrupo entre os momentos pré e pós-treinamento.

Como mencionado, foi realizada uma subanálise dos dados, considerando apenas os indivíduos que não progrediram além do protocolo A - no grupo PSE (SubPSE) - em comparação ao grupo PL. Não houve diferenças significantes no momento pré-treinamento para as variáveis peso (PL: $78,5 \pm 12,2$; SubPSE: $79,3 \pm 15,4$ kg), altura (PL: $1,78 \pm 0,5$; SubPSE: $1,78 \pm 0,4$ m), experiência de treino (PL: $4,80 \pm 3,35$; SubPSE: $3,7 \pm 2,8$ anos), 1-RM (PL: $152,75 \pm 22,62$; SubPSE: $171,08 \pm 26,38$ kg) e ASTM ($34,85 \pm 5,74$; SubPSE: $33,69 \pm 5,98$ cm²) ($p > 0,05$).

4.3 Volume total de treinamento realizado em todo o período experimental (subanálise).

Em relação ao volume total de treinamento, ao final do período experimental, o volume total de treinamento realizado pelo grupo PL (47.799 ± 5.685 kg) foi significativamente maior em relação ao volume total de treinamento realizado pelo grupo SubPSE (41.296 ± 4.524 kg) ($p = 0,0258$) (Fig. 7)

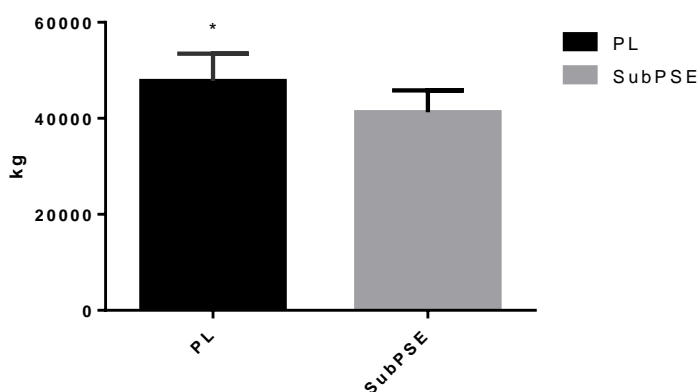


Figura 7- Valores do volume total de treinamento (kg) realizado em todo o período experimental (média ± DP). PL= grupo progressão linear, SubPSE= subgrupo progressão pela PSE da sessão. * indica $p < 0,05$ para comparação entre grupos.

4.4 Força máxima dinâmica (1-RM) no agachamento e área de secção transversa muscular do quadríceps (ASTM) (subanálise).

Em respeito à força máxima dinâmica (1-RM) no agachamento, assim como no grupo PL (já reportado acima), houve aumento significativo nos valores de 1-RM (9,81%; TE: 0,60; $p=0,0003$) no grupo SubPSE entre os momentos pré e pós-treinamento. Não houve, contudo, diferença significativa nos valores absolutos de 1-RM entre os grupos PL e SubPSE no momento pós-treinamento ($p=0,3828$) (Fig. 8 Painel A), sugerindo que a individualização da progressão da carga (pela PSE da sessão) é capaz de induzir aumentos similares aos observados no PL na força muscular, mesmo quando menos volume de treinamento é oferecido. Um padrão similar foi observado em relação aos valores de ASTM. O grupo SubPSE apresentou aumento significativo na ASTM entre os momentos pré e pós-treinamento (6,93%; TE: 0,40; $p=0,0212$) e, tais aumentos, foram comparáveis àqueles observados no grupo PL no período pós-treinamento ($p=0,9091$) (Fig. 8 Painel B).

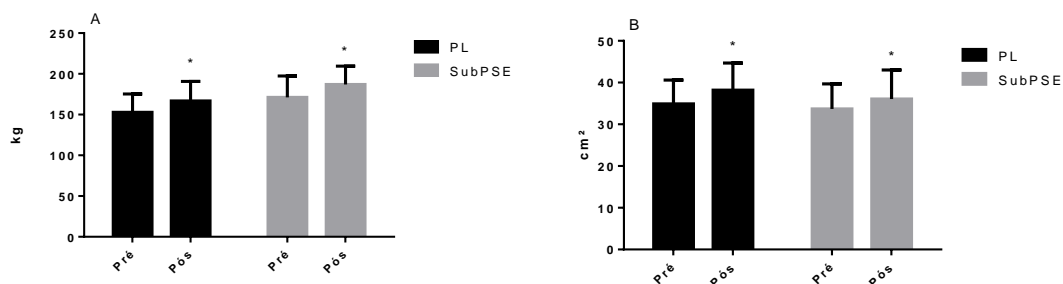


Figura 8 - **Painel A:** Valores de força máxima dinâmica (1-RM, em kg) para o exercício de agachamento (média \pm DP) nos momentos pré e pós-treinamento. PL= grupo progressão linear e SubPSE-subgrupo progressão pela PSE da sessão. **Painel B:** Valores da área de secção transversa muscular (ASTM, em cm^2) (média \pm DP) nos momentos pré e pós-treinamento. PL= grupo progressão linear e PSE-grupo progressão pela SubPSE da sessão. * indica $p < 0,05$ para comparações entre os momentos pré e pós-treinamento intragrupo.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo comparou a eficiência do uso da PSE da sessão no controle da progressão de carga do TF com o modelo de progressão de carga linear tradicionalmente utilizado para o desenvolvimento da força motora e hipertrofia muscular de indivíduos treinados em força. Os principais achados do estudo são que o controle da progressão de carga do TF por meio da PSE da sessão resultou em ganhos de força e massa muscular similares ao modelo tradicional, e esta resposta foi possível mesmo com um menor número de sessões de treinamento de maior intensidade e volume. Adicionalmente, ao analisarmos o subgrupo de indivíduos que não progrediram a carga do TF além do protocolo inicial (SubPSE), observamos, também, aumentos similares de força motora e hipertrofia muscular em relação ao grupo PL, mesmo quando um menor volume total de treinamento foi realizado.

A prescrição do TF por meio da carga externa do treinamento tem produzido importantes resultados à literatura (BERGER et al., 1962; CHESTNUT; DOERCHERTY, 1999; CAMPOS et al., 2002; HUMBURG et al., 2007; RONNESTAD et al., 2007; MARSHALL; MCEWEN; ROBBINS, 2011; SHOENFELD et al., 2014). Por meio deste método de prescrição, os resultados publicados indicam que a carga do TF deve progredir tanto em volume quanto em intensidade conforme a melhora do estado de treinamento do praticante (WOLF; LEMURA; COLE, 2004; KREAMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009; KREIGER, 2010). Contudo, até o presente momento, não há parâmetros publicados na literatura que permitam a avaliação da quantidade, da qualidade e do momento que essa carga deve ser acrescida, dificultando o controle individual da progressão da carga do TF.

Com base na limitação apresentada, a condução do processo de treinamento por meio da monitoração de marcadores psico/fisiológicos que possam ser utilizados como parâmetros para a prescrição da carga de treinamento (*i.e.*, carga interna do treinamento) se apresenta como uma alternativa para o controle individual da progressão da carga do TF. (IMPELLIZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005). Em teoria, este método permitiria que os ajustes da carga externa do treinamento fossem feitos sessão após sessão, conforme a resposta da magnitude da carga interna do treinamento.

No presente estudo, o parâmetro de carga interna utilizado para o controle individual da progressão da carga do TF foi a PSE da sessão. Essa permite a avaliação subjetiva das alterações psico/fisiológicas da prática dos exercícios (MEEUSEN et al.,

2009). No TF, alguns parâmetros fisiológicos sensíveis às alterações dos componentes da carga do treinamento têm apresentado associação com os escores da PSE da sessão. Em Genner e Weston (2014), por exemplo, houve uma correlação moderada entre os escores da PSE da sessão e o aumento das concentrações séricas de cortisol e lactato sanguíneo em resposta ao aumento do volume total de treinamento entre os protocolos de baixo (3x a 85% de 1RM), médio (3x a 70% de 1RM) e alto volume (3x a 55% de 1RM), realizados até a falha concêntrica, indicando que a utilização de controle de carga do treino como a PSE parece ser uma boa alternativa para o acesso ao estresse fisiológico ocasionado pelo TF.

Além de ser um método não invasivo e barato para inferir o estresse fisiológico provocado pelo treino, a PSE da sessão também é um parâmetro interno capaz de refletir a magnitude das diferentes variáveis (*e.g.*, volume, intensidade e taxa de trabalho) que compõem a carga do TF (DAY et al., 2004; SWEET et al., 2004; PRITCHETT et al., 2009; LODO et al., 2012; KRAFT et al., 2014). Em Day et al. (2004), os escores da PSE da sessão aumentaram conforme a progressão da intensidade do TF entre os protocolos de baixa (1x15 à 50% de 1RM), média (1x10 à 70% de 1RM) e alta intensidade (1x4-5 repetições 90% de 1RM), ressaltando a sensibilidade deste instrumento a aumentos da intensidade do TF. Entretanto, é importante ressaltar que nenhum destes protocolos foi conduzido até a falha concêntrica. Em Pritchett et al. (2009), a PSE da sessão se mostrou sensível a aumentos no volume total realizado (protocolos até a falha concêntrica), independente da intensidade utilizada (60 ou 90% 1-RM); porém, nesse estudo o volume total da sessão não foi equalizado. Uma vez com o volume total da sessão equalizado, Lodo et al. (2012) observaram que a intensidade do exercício não influenciou a PSE da sessão. No presente estudo, as séries de exercício também foram realizadas até a falha concêntrica; contudo, os protocolos de treinamento tinham volumes distintos, suportando o uso da PSE da sessão como instrumento sensível para refletir as diferentes magnitudes da carga interna do treinamento entre os protocolos.

Em conjunto, apesar dos dados disponíveis na literatura mostrarem que a PSE da sessão se apresenta como um parâmetro interno capaz de refletir magnitude da carga interna do TF, o presente estudo parece ser o primeiro a prescrever/progredir a carga do TF por meio de parâmetros psico/fisiológicos que, por si, representem a magnitude da carga interna do treinamento (*i.e.*, PSE da sessão).

Como são inexistentes as evidências diretas sobre a condução do processo de TF por meio destes parâmetros, a comparação do nosso estudo com outros se torna difícil.

Os poucos estudos que utilizaram parâmetros internos para o controle de carga do treinamento o fizeram por meio do uso da VFC em modelos de TA (HAUTALA et al., 2003; KIVINIEMI et al., 2007). Mesmo considerando as diferenças conceituais entre TA e TF, e considerando que a VFC é, na verdade, um parâmetro interno da resposta fisiológica ao estímulo do treino e não um parâmetro interno da carga de treino, os resultados do presente estudo estão em linha com os dados publicados por Kiviniemi et al. (2007). Neste, a prescrição da carga do TA, tendo como referência as oscilações da VFC, proporcionou maiores ganhos de desempenho aeróbio com menos sessões de treino em alta intensidade quando comparado ao protocolo de treinamento tradicional, no qual a carga e o número de sessões de treino realizadas por semana foram definidos previamente. Os autores utilizaram a VFC como parâmetro interno para dimensionar o “estado de recuperação” do praticante, permitindo a escolha da intensidade em que a sessão seria realizada (*i.e.*, forte ou moderada) ou até mesmo sugerindo o repouso, caso o praticante não estivesse apto (*i.e.*, recuperado) para realizar a sessão de treino.

Em nosso estudo, a progressão da carga do TF com base nos escores da PSE da sessão (*i.e.*, parâmetro de carga interna do TF) também permitiu a otimização da carga do TF, proporcionando aumentos similares de força motora e hipertrofia muscular em relação ao grupo PL, mesmo realizando um menor número de sessões com maior carga de treinamento (*i.e.*, volume e intensidade). Adicionalmente, o controle da progressão da carga do TF por meio da PSE da sessão permitiu que estes ajustes ocorressem de forma individualizada, de acordo com a PSE da sessão dos indivíduos. Nesse sentido, é interessante notar que apenas quatro dos 10 indivíduos submetidos à progressão da carga de treinamento por meio da PSE da sessão realizaram os protocolos com maior carga de treinamento (*i.e.*, protocolo B: 4x8-10RM e C 6x4-6RM). Destes, somente dois alcançaram o protocolo C de treinamento.

O uso da PSE da sessão no controle da progressão da carga do TF permitiu, portanto, que apenas os indivíduos capazes de suportar um estresse psico/fisiológico maior que o proporcionado pelo protocolo A (*i.e.*, 2x12-15RM) progredissem a carga do treinamento em direção aos protocolos B e C. Esses resultados sugerem que o controle da progressão da carga do treinamento com base na PSE da sessão possa ser mais interessante em comparação ao modelo de progressão de carga tradicional. Isso parece ser verdade, visto que os indivíduos do grupo PL utilizaram cargas de treinamento (*i.e.*, volume e intensidades) maiores e, mesmo assim, não apresentaram ganhos funcionais e morfológicos superiores.

Uma importante aplicação dos nossos resultados deve-se ao fato de que é bem conhecido que organismos humanos submetidos a condições de estresse físico passam por uma fase de perturbação, que produz uma série de alterações fisiológicas resultando em adaptações e, por fim, em uma possível acomodação a este estresse. Este conceito, desenvolvido por Sayle (1936), pode ser observado em estudos que demonstram a diminuição de marcadores de estresse fisiológicos em resposta ao TF após a repetição sistemática do mesmo protocolo e treinamento. Por exemplo, Damas et al. (2015) em uma recente revisão demonstraram que com o passar das sessões de treinamento ocorre uma diminuição da taxa de síntese proteica miofibrilar (um dos melhores marcadores relacionados, pelo menos qualitativamente, com as respostas adaptativas ao TF) evidenciando um possível efeito da acomodação ao TF.

Nesse sentido, parece ser plausível pensar que o uso da PSE da sessão no controle da progressão da carga do TF possa ser uma ferramenta interessante para auxiliar a identificar a magnitude da carga de treinamento necessária para promover as adaptações desejadas ao TF ou o momento em que o organismo se acomoda a uma determinada carga de treinamento. Uma importante aplicação dessa ferramenta deve-se a sua capacidade de auxiliar a evitar a adição antecipada e possivelmente desnecessária da carga de treinamento. Isso parece ser verdade uma vez que alguns estudos têm demonstrado que nas fases iniciais de treinamento a adição de volume às sessões de treino (*e.g.*, de 1 para 3 séries) parece não resultar em ganhos funcionais e morfológicos adicionais (STARKEY et al., 1996). Uma possível explicação para a falta de ganhos adicionais entre protocolos com maiores volumes de treinamento deve-se ao fato de uma possível variabilidade das respostas entre os indivíduos (HUBAL et al., 2005; ERSKINE et al., 2010). Dentro do contexto do presente estudo, o uso da PSE da sessão para o controle da carga de treinamento auxiliaria a identificar os indivíduos que não precisariam de incrementos da carga de treinamento nesse período. É possível que para alguns indivíduos o protocolo A (*i.e.*, composto de menor volume e intensidade) seja um estímulo de treinamento suficiente, pelo menos no que diz respeito ao tempo de intervenção do presente estudo, ao passo que para outros indivíduos, foi necessário um incremento da carga de treinamento (*i.e.*, 4 de 10 indivíduos). Já para o grupo PL, todos os indivíduos realizavam a progressão da carga de treinamento previamente estabelecida o que pode ter camuflado essas variações (necessidades) individuais. Embora especulativo, se considerarmos que os indivíduos no grupo PL realizaram um progressão fixa da carga de treinamento (consequentemente aumentando o volume e a intensidade das sessões) é possível que

alguns desses indivíduos utilizaram cargas de treinamento maiores que as necessárias para promover as adaptações neuromusculares dentro desse período. Assim, quando esses indivíduos alcançassem um possível estado de acomodação, a partir do qual é necessário modificar o estímulo de treinamento (*i.e.*, aumentar), seria mais difícil realizar essa progressão uma vez que esses já treinam com um elevado volume (PETERSON; RHEA, ALVAR, 2005; KRIEGER, 2010). Por outro lado, para os indivíduos que realizaram a progressão com base nos valores da PSE da sessão, esses incrementos foram realizados apenas nos momentos em que se considerou necessário (*i.e.*, valor da PSE da sessão) e dessa forma, o aumento da carga de treinamento pode ser mais facilmente realizada. Por exemplo, em Starkey et al. (1996) o aumento do volume da carga de treinamento de forma relativa (*e.g.*, 300%) para os grupos que realizaram uma ou três séries de TF, uma vez que ambos os grupos obtiveram as mesmas adaptações neuromusculares, levaria os indivíduos do grupo de três séries à realizarem à nove séries por sessões enquanto o grupo de uma série realizaria apenas três séries por sessões.

Por fim, como já mencionado, o presente estudo separou os dados dos indivíduos do grupo PSE que realizaram apenas o protocolo A de treinamento (SubPSE) para uma subanálise comparativa com dados do grupo PL. Os resultados desta subanálise demonstraram que o controle da progressão da carga do TF por meio da PSE da sessão proporcionou ao subgrupo SubPSE aumentos de força motora e hipertrofia muscular similares em relação ao grupo PL, mesmo com um menor volume total de treinamento.

Considerando o volume total de treinamento uma importante variável para as respostas adaptativas ao TF (PETERSON; RHEA, ALVAR, 2005; KRIEGER, 2010), os nossos resultados demonstraram que, mesmo com menor volume total de treinamento, o grupo SubPSE apresentou ganhos funcionais e morfológicos similares ao grupo PL. Embora especulativo, esses resultados sugerem que a prescrição do TF por meio de um parâmetro capaz de mensurar a magnitude carga interna do treinamento (*i.e.*, PSE da sessão), pode proporcionar um estímulo mais adequado para promover respostas adaptativas. Corroborando de certa maneira com essa hipótese, Kiviniemi et al. (2007) demonstraram que a prescrição da carga de treinamento por meio de parâmetros internos (VFC) resultou em maiores respostas adaptativas em comparação com a prescrição realizada de maneira não-individualizada, mesmo com um menor estímulo de treinamento. Assim, é possível que mesmo que os indivíduos no grupo SubPSE tenham realizado um menor volume total de treinamento em comparação ao PL esses utilizaram estímulos mais adequados. Essa hipótese retoma a ideia da acomodação discutida acima,

na qual, em teoria, os indivíduos que não progrediram a carga de treinamento ainda não presenciaram esse efeito. Dessa forma, é possível que para esses indivíduos ainda reste uma maior amplitude de carga a ser adicionada. Por outro lado, para os indivíduos do grupo PL, esses já estavam provavelmente treinamento com protocolos considerados menos otimizados para respostas adaptativas (PETERSON; RHEA, ALVAR, 2005; KRIEGER, 2010). Esses resultados sugerem que o uso da PSE da sessão resultou em um aumento da eficiência de treino para esse grupo em comparação ao PL, pois proporcionou maiores adaptações neuromusculares quando relativizado pelo volume total de treinamento. Assim o uso da PSE da sessão no controle da progressão da carga do TF pode evitar a adição de volumes de treinamento que não produzam ganhos funcionais e morfológicos adicionais, aumentando o retorno relativo do TF (*i.e.*, volume de treino/adaptações neuromusculares).

Contudo, uma possível limitação do presente estudo refere-se as classificações utilizadas da escala CR-10 de Borg para controlar a carga de treinamento no grupo PSE. Tendo em vista que esse é o primeiro estudo a utilizar a PSE da sessão no controle da progressão da carga de treinamento no TF, a escolha dos pontos (*i.e.*, classificações) nos quais a carga deveria ser ajustada, foi feita arbitrariamente. Futuros estudos devem investigar se o modelo de controle da progressão de carga com base nos scores da PSE da sessão, utilizado no presente trabalho, pode ser melhor definido. Isso pode ser realizado com desenhos experimentais que levem em consideração diferentes intervalos de escores da PSE da sessão para o controle das cargas do TF e, sua associação com as respectivas respostas neuromusculares (*i.e.*, ganhos de força motora e hipertrofia muscular).

6 CONCLUSÃO

O controle da progressão de carga do TF por meio da PSE da sessão resultou em aumentos de força e massa muscular similares em comparação ao modelo tradicional, e essa resposta foi possível mesmo com um menor número de sessões de treinamento de maior intensidade e volume. Adicionalmente, o subgrupo SubPSE obteve aumentos de força motora e hipertrofia muscular similares em relação ao grupo PL, mesmo quando um menor volume total de treinamento foi realizado. Os resultados do presente estudo podem fornecer um novo paradigma para a prescrição da carga do TF, partindo dos modelos tradicionais, que pouco consideram a variabilidade biológica, para modelos que possuam parâmetros que permitam prescrever protocolos de TF conforme as características e o momento de cada praticante. Estudos posteriores devem investigar o uso da PSE da sessão no controle da progressão da carga do TF em programas de treinamento com maior duração, com diferentes protocolos e para determinar quais classificações devem ser utilizadas para o controle da magnitude da carga do TF.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 7, p.517-538, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS AND MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

BELL, G. J.; SYROTUIK, D.; SOCHA, T.; MACLEAN, I. M.; QUINNEY, A. H.; Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 11, n.1, p. 57-64, 1997.

BERGER, R. Effect of varied weight on strength training programs on strength. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v. 33, p. 168-181, 1962.

BORG, G. **Escalas de Borg para dor e o esforço percebido**. 1. Ed. São Paulo: Manole, 2000.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The Quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 9, p.779-795, 2009.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP. Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology (on line)**, Duluth, v. 4, n.3 1-21, 2001.

CAMPOS, G. E.; LUECKE, T. J.; WENDELN, H. K.; TOMAS, M. F.; HAGERMAN, F. C.; MURRAY, T. F.; RAGG, K. E.; RATAMESS, N. A.; KRAEMER, W. J.; STARON, S. R. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimes: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 88, n. 1-2, p. 50-60, 2002.

CHESTNUT, J. L.; DOCHERY, D. The effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 13, n. 2, p. 353-359, 1999.

DAY, M. L.; MCGUIGAN, M. R.; BRICE, G.; FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 18, n. 2, p. 353-358, 2004.

DAMAS, F.; PHILLIPS, S.; VECHIN, F. C.; UGRINOWITSCH, C. A Review of Resistance Training-Induced Changes in Skeletal Muscle Protein Synthesis and Their Contribution to Hypertrophy. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 6, p. 801-807, 2015.

ERSKINE, R. M.; JONES, D. A.; WILLIAMS, A. G.; STWART, C. E.; DEGENS, H. Inter-individual variability in the adaptation of human muscle specific tension to progressive resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.110, n. 6, p. 1117-1125, 2010.

FOSTER, C.; HECTOR, L. L.; WELSH, R.; SCHRAGER, M.; GREEN, M. A.; SNYDER, A. C. Effects of specific versus cross-training on running performance. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 70, n. 4, p. 367-372, 1995.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v 30, n. 7, p. 1164-1168, 1998.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHALL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

GUALANO, B.; NEVES, M, J. R.; LIMA, F. R.; PINTO A. L.; LAURENTINO, G.; BORGES, C.; BAPTISTA, L.; ARTIOLI, G.G.; AOKI, M. S.; MORISCOT, A.; LANCHI, A. H. JR.; BONFA, E.; UGRINOWITSCH, C. Resistance training with vascular occlusion in inclusion body myositis: a case study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 42, n. 2, p. 250-254, 2010.

HASS, C. J.; GARZARELLA, L.; DE HOYOS, D.; POLLOCK, M. L. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, n. 1, p. 235-242, 2000.

HAUTALA, A. J.; MÄKIKALLIO, T. H.; KIVINIEMI, A.; LAUKKANEN, R. T.; NISSILÄ, S.; HUIKURI, H. V.; TULPPO, M. P.; Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology**, Bethesda, v. 285, n. 5, p. H1747-H1752, 2003.

HPKINS, W. G. A new view of statistics: A scale of magnitudes for effect statistics. *Sportscience*, 2002. Disponível em:
<<http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>>. Acesso em 11 Jan. 2016.

HUBAL, M. J.; GORDISH-DRESSMAN, H.; THOMPSON, P. D.; PRICE, T. B.; HOFFMAN, E. P.; ANGELOPOULOS, T. J.; GORDON, P. M.; MOYNA, N. M.; PESCATELLO, L. S.; VISICH, P. S.; ZOELLER, R. F.; SEIP, R. L.; CLARKSON, P. M. Variability in Muscle size and strength gain after unilateral resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 37, n. 6, p. 964-972, 2011.

HUMBURG, H.; BAARS, H.; SCHRÖDER, J.; REER, R.; BRAUMANN, K. M. 1- Set vs. 3-Set Resistance Training: a crossover study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 21, n.2, p. 578-582, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 23, n. 6, p. 583-592, 2005.

KIVINIEMI, A. M.; HAUTALA, A. J.; KINNUNEN, H.; TULPPO, M. P.; Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 101, n. 6, p. 743-751, 2007

KIVINIEMI, A. M.; HAUTALA, A. J.; KINNUNEN, H. NISSILÄ, J. VIRTANEN, P. K.; KARJALAINEN, J.; TULPPO, M. P. Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 42, n. 7, p. 1355-136, 2010.

KRAEMER, W. J. A series of studies-The physiological basis for strength training in American football: fact over philosophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 11, n. 3, p. 131-142, 1997.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, n. 4, p. 674-8, 2004.

KRAMER, J. B.; STONE, M. H.; O'BRYANT, H. S.; CONLEY, M. S.; JOHNSON, R. L.; NIEMAN, D., G.; HONEYCUTT, D. R.; HOKE, T. P. Effects of single vs. multiple sets of weight training: impact of volume, intensity, and variation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 11, n. 3, p. 143-147, 1997.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, 2010.

LIXANDRÃO, M. E.; UGRINOWITSCH, C.; BOTTARO, M.; CHACON-MIKAHIL, M. P.; CAVAGLIERI, C. R.; MIN, L. L.; DE SOUZA, E. O.; LAUREINTINO, G. C.; LIBARDI, C. A. Vastus lateralis muscle cross-sectional area ultrasonography validity for image fitting in humans. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 28, n.11, p. 3293-3297, 2014

LUCIA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; EARNEST, C.; CHICHARRO, J. L. Tour de France versus Vuelta a Españã: Which is harder? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 35, n. 5, p. 872-878, 2000.

MCGUIGAN, M. R.; FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training. **Strength and Conditioning Journal**, Lincoln, v. 26, n. 6, p. 42-47, 2004. MANZI, V.;

CASTAGNA, C.; PADUA E.; LOMBARDO, M.; D'OTTAVIO, S.; MASSARO M.; VOLTERRANI, M.; IELLAMO, F. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. **American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology**, Bethesda, v. 296, n. 6, p. H1733-H1740, 2009.

MARSHALL, P. W. M.; MACEWEN, M.; ROBBINS, D. W. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 111, n. 12, p. 3007-3016, 2011.

MEEUSEN, R.; NAKAMURA F. Y.; PERADINI, L. Z.; PROSK, U.; NYBO, L. SCANO, G. L.; WILLIAMSON, J. W.; PICKAR, J. G.; ESTON, R.; HASS, F.; SMITH, S. A. Commentaries on Viewpoint: Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 106, n. 106, p. 2063-2066, 2009. Editorial.

NOBLE, B. J.; BORG, G. A. V.; JACOBS, I.; CECI, R.; KAISER, P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 15, n. 5, p. 523-528, 1983.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 19, n. 2, p. 950-958, 2005.

PRITCHETT, R. C.; GREEN, J. M.; WICKWIRE, P. J.; PRITCHETT, K. L.; KOVACS, M. S. Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. **South Africa Journal of Sports Medicine**, Cape Town, v. 21, n. 1, p. 23-26, 2009.

RONNESTAD, B. R.; EGELAND, W.; KVAME, H., N.; REFSNES, P. E.; KADI, F.; RAASTAD, T. Dissimilar effects of one-and three-set strength training on strength and

muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, 21, n.1, p. 157-163, 2000.

SEYLE, H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, Philadelphia, v. 138, n. 4, p. 32-32, 1936

SCHLUMBERGER, A.; STEC, J.; SCHMIDTBLEICHER, D. Single- vs. Multiple-Set Strength Training in Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, 15, n.3, p. 284-289, 2001.

SCHOENFELD, B., J.; RATAMESS, N., A.; PETERSON, M., D.; CONTRERAS, B.; SONMEZ, G., T.; ALVAR, B., A. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, 28, n.10, p. 2909-2918, 2000.

STANLEY, J.; PEAKE, J, M.; BUCHHEIT, M. Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Exercise: Implications for Training Prescription. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n.12, p.1259-1277, 2009.

STARKEY, D. B.; POLLOCK, M. L.; ISHIDA, Y.; WELSH, M. A.; BRECHUE, W. F.; GRAVES, J. E.; FEIGENBAUM, M. S. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 28, n.10, p. 1311-1320, 1996.

STAGNO, K. M.; THATCHER, R.; VAN SOMEREN, K. A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 25, n. 6, p. 629-634, 2007.

SWEET, W. T.; FOSTER, C.; MACGUIGAN, R. M.; BRICE, G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 18, n. 4 p. 796-802, 2004.

VANDERLEY, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; CARVALHO T. D.; GODOY, M. F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

WOLFE, B. L.; LEMURA, L. M.; COLE P. J. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 18, n. 1, p. 35-47, 2004.