UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

PEDRO MINGONI PIMENTA

Validação de uma fórmula para quantificação de carga de treino contra uma resistência

RIBEIRÃO PRETO

2020

Pedro Mingoni Pimenta

**Validação de uma fórmula para quantificação de carga de treino
contra uma resistência**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Aspectos biodinâmicos da atividade física e do esporte.

Orientador: Enrico Fuini Puggina.

RIBEIRÃO PRETO – SP

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Pimenta, Pedro Mingoni

Validação de uma Fórmula para Quantificação de Carga de Treino Contra uma Resistência./ Pedro Mingoni Pimenta. – Ribeirão Preto: [s.n.], 2020. iv, 61p.

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Enrico Fuini Puggina

1. Carga de Treino 2. Quantificação de Carga de Treino 3. Quantificação de Cargade Treino Resistido

Nome: PIMENTA, Pedro Mingoni

Título: Validação de uma fórmula para quantificação de carga de treino contra uma resistência.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física
e Esporte da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestra em Ciências.

Aprovado em: 16/10/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: Aprovado, _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: Aprovado, _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: Aprovado, _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, João Ernesto Frei Pimenta e Suzi Aparecida da Silva Mingoni e ao meu irmão Gabriel Mingoni Pimenta, por sempre me apoiarem nos caminhos a serem trilhados, também à minha namorada Viviane Colli Barbosa e aos meus amigos, que sempre estiveram do meu lado me incentivando e animando por todo esse percurso. A toda comunidade científica e espero que possamos colher bons frutos deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A todos que passaram pelo meu caminho colaborando todos os dias para meu crescimento e amadurecimento, tanto na vida acadêmica, quanto na profissional e pessoal, principalmente aos anteriormente citados na dedicatória.

Aos membros do laboratório **GEDEFITE**, pelos ensinamentos e tempo compartilhado neste trabalho e nos estudos.

A estatística Larissa Ribeiro da Silva pelo auxílio e desenvolvimento da parte estatística do trabalho.

A todos os meus professores que me ajudaram a chegar aonde estou compartilhando todo conhecimento possível.

Aos membros da minha segunda família da **República BenzaDeus** que sempre estiveram do meu lado me dando força e motivação para continuar neste caminho.

RESUMO

Pimenta, Pedro Mingoni. Validação de uma fórmula para quantificação de carga de treino contra uma resistência. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto 2020.

A quantificação de cargas de treino é amplamente utilizada para prescrição, monitoramento e equalização de treinamento, de forma que a aplicabilidade de tal ferramenta, tanto na prática profissional, quanto no meio acadêmico e científico, tem auxiliado profissionais e cientistas da área a compreender e, em certa medida, controlar o fenômeno da sobrecarga imposta pelos estímulos. Porém, algumas variáveis moduláveis do treinamento não estão incluídas nos modelos usualmente utilizados, o que pode influenciar direta ou indiretamente na carga do treino e consequentemente efeitos produzidos pela sessão. Por conta de tal constatação, por vezes são levantados questionamentos sobre a efetiva capacidade de quantificar as cargas de treinamento determinadas por meio de métodos de quantificação de carga tradicionalmente utilizadas, assim como do entendimento de que a prescrição deve de fato atingir os efeitos pretendidos com a sessão de treino. A utilização de uma ferramenta que permita a quantificação prévia das cargas de estimulação, nortearam a formulação desse projeto de investigação, que tem como objetivo a proposição, validação e verificação da reprodutibilidade de uma equação que utiliza-se apenas de elementos externos à carga, retirando assim a subjetividade da ferramenta de avaliação e o possível controle de carga anteriormente à realização da sessão, de forma a ser aplicável tanto para o profissional de Educação Física, quanto ao pesquisador da área. Três equações foram desenvolvidas utilizando-se do método de regressão linear, bem como uma equação proposta subjetivamente, utilizando-se de fórmulas existentes e consolidadas na literatura. Para a realização do estudo contamos com uma amostra de 6 voluntários, de $20,3 \pm 3,4$ anos, sendo ela composta por 3 homens e 3 mulheres. Foram realizados 12 treinos com volume, cadência, intensidade e descanso diferentes e a repetição dos mesmos 12 treinos anteriormente realizados para o cálculo de reprodutibilidade, possibilitando assim a observação da sensibilidade da fórmula em questão, e permitindo a verificação por meio da correlação de Pearson entre a equação proposta e os diferentes métodos de quantificação de carga já validados. Conclui-se que a fórmula² se demonstrou mais

promissora para a predição das cargas de treino, porém é necessário o aumento no número de estudos acerca deste tema, assim como maior número de participantes, para melhor direcionar a utilização das fórmulas e melhorar o embasamento para o desenvolvimento futuro de fórmulas mais robustas.

Palavras-chave: Carga de treino. Quantificação de carga. Treinamento Resistido.

ABSTRACT

Pimenta, Pedro Mingoni. Validation of a formula for quantifying training load on resistance training. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto 2020.

The quantification of training load is broadly used to prescribe, monitor and equalize training load, in a way that the application of said tool, both in professional practice, and in the academic and scientific areas, has helped professionals and scientists to understand and, in a certain way, control the overload phenomena stimulus imposes. Nevertheless, some modular variables of training are not accounted by the currently used models, which can influence, either directly or indirectly, the training load and, consequently, the effects of the training section. Due to that, some questions may rise about the real capacity of monitoring the training loads by using the traditional methods, just as the understanding of which prescription must in fact be used to hit the desired effects of the training section. The use of a tool that allows us to previously quantify the stimulating load guides the proposal of this investigative project, which has as its goal to propose, validate and verify how reproducible is an equation that uses only elements other than the load, thus removing the subjectivity of the evaluation tool and possibly allowing us to control the load before the section is started, being valid both for the Physical Education professional and also for the researcher. Three equations were subjectively proposed, based on the existing formulas which are already consolidated by literature. For the studies, we relied on a 6-volunteer sample, from 18 to 30 years old, 3 men and 3 women. 12 training sections were done, with different weight, speed, intensity, and rest time; these 12 training sections were then repeated to calculate the reproducibility, thus allowing us to observe how sensible the proposed formula is, and to verify it through Pearson correlation between the proposed equation and the different validated load quantification methods. It is concluded that the formula has shown a promising training load prediction. Nevertheless, it is necessary a bigger number of studies about this subject, such as more participants, to better select how the formulas are used and to have a better knowledge about the future development of more complex formulas.

Keywords: Training load. Load quantification. Monitoring training methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logística do trabalho.....	21
Figura 2. Fórmula ¹	23
Figura 3. Fórmula ²	24
Figura 4. Fórmula ³	24
Figura 5. Fórmula ⁴	24
Figura 6. Dependência interváveis 1.....	26
Figura 7. Dependência interváveis 2.....	27
Figura 8. Dados da correlação de Pearson referentes ao TRIMP ¹ e demais dados.....	29
Figura 9. Dados da correlação de Pearson referentes ao TRIMP ² e demais dados.....	30
Figura 10. Dados da correlação de Pearson referentes a Carga ¹ e demais dados.....	30
Figura 11. Dados da correlação de Pearson referentes a Carga ² e demais dados.....	31
Figura 12. Dados da correlação de Pearson referentes a Carga ³ e demais dados.....	31
Figura 13. Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula ¹ e demais dados.....	32
Figura 14. Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula ² e demais dados.....	32
Figura 15. Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula ³ e demais dados.....	33
Figura 16. Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula ⁴ e demais dados.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Equações para predição das cargas externas de treinamento e variáveis utilizadas para a obtenção do indicador em unidades arbitrárias.....	15
Tabela 2. Equações utilizadas para obtenção das cargas internas de treinamento e variáveis utilizadas para obtenção do índice em unidades arbitrárias.....	17
Tabela 3: CDVM Pré treinos e reavaliação.....	24
Tabela 4: Variações dos treinos que foram realizados durante a validação.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

CDVM	Contração dinâmica voluntária máxima
1CDVM	Uma contração dinâmica voluntária máxima
%CDVM	Porcentagem da contração dinâmica voluntária máxima
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
Δ FC	Delta da frequência cardíaca
TRIMP	<i>Training Impulse</i>
TRIMP ¹	Tempo de duração do treino x PSE (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996)
TRIMP ²	Tempo sob tensão x PSE (SWEET et al., 2004)
Carga ¹	Número de séries x número de repetições x %1CDVM (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).
Carga ²	Número de séries x número de repetições x quantidade de quilogramas mobilizados. (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).
Carga ³	Número de séries x número de repetições x quantidade de quilogramas mobilizados/Peso corporal (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996)

SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
Carga externa.....	11
Carga Interna	13
Volume de Treinamento	16
Intensidade de Treinamento.....	16
Cadência	17
Descanso Entre Séries	17
Validação e reprodutibilidade.....	17
OBJETIVO GERAL.....	18
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	19
MATERIAL E MÉTODO	19
Participantes	19
Avaliação.....	20
Desenho experimental	20
Treinos.....	21
Análises estatística.....	22
Equação Proposta	23
RESULTADOS	25
Dependência interváveis:	26
Relações entre dados	27
DISCUSSÃO.....	34
CONCLUSÕES.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÁTICAS.....	39
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE A - TCLE	46
ANEXO A – Teste pré e reavaliação.....	48
ANEXO B – relatório estatístico	50
ANEXO C – correlações	60

MOTIVAÇÃO.

A curiosidade por entender e investigar a área do treinamento resistido surgiu das minhas vivências como praticante, e por ter passado um certo tempo de minha vida como atleta de fisiculturismo. Uma das minhas inquietações sempre foi em descobrir o porquê da realização de diferentes protocolos de treinamento e regimes variados de exercícios, descobrir qual deles ou que conjunto de exercícios seriam os melhores ou mais efetivos, como deveriam ser adequados os estímulos de treino em relação aos intervalos de descanso entre séries e treinos, a cadência a ser utilizada, peso a ser levantado, volume de execuções e demais variáveis que envolvem essa vasta área de conhecimento, que apesar de muito conhecida, ainda possui muitas interrogações assim como mitos que ainda resistem ao tempo e a ciência.

Ao ingressar na pós-graduação, resolvi me dedicar ao estudo de diferentes protocolos e métodos de treino utilizados no meio do fisiculturismo, não me sentia feliz em não saber se realmente existiam vantagens nas escolhas dos treinos, também quais eram as adaptações e mudanças fisiológicas e morfológicas em diferentes treinos. Sendo assim, meu projeto inicial era dedicado a realizar a comparação de diferentes protocolos de treinamento, porém, esses treinos diferentes possuíam características distintas em relação as variáveis do treinamento, e uma das grandes dificuldades estava em equalizar essas cargas, com descansos diferentes, sem que as sessões fossem descaracterizadas em função do que os seus idealizadores haviam originalmente proposto. Ao pesquisar por meios de quantificação na tentativa de equalização das cargas, percebi que as equações existentes não abrangiam as variáveis em questão. Tanto a cadência, quanto o descanso muitas vezes são desconsideradas das fórmulas de quantificação de carga de treino, muitos estudos nos mostram a importância de tais variáveis, e sendo uma pessoa vinda da prática, sempre percebi a grande importância delas durante os treinos, com isso as equações utilizadas para a equalização das cargas não seriam, ao menos em minha opinião, precisas o bastante para que essas cargas estivessem equalizadas, tão pouco representassem que os treinos teriam cargas iguais, do ponto de vista psicológico e fisiológico.

Com tal inquietação em mente, e após um momento de inspiração, decidi por deixar o projeto original em segundo plano para inicialmente desenvolver uma ferramenta capaz de diminuir o problema surgido na ocasião da primeira proposta, dando origem

assim à ideia de propor uma nova equação de controle de carga de treino para esforços contra uma resistência.

INTRODUÇÃO

Na área do treinamento físico, principalmente no campo do *fitness*, observa-se constantes mudanças relacionadas ao desenvolvimento de métodos e de formas de aplicação de estímulos. Tal fenômeno traz a necessidade de testagem e da comparação de diferentes protocolos e métodos de controle de treinamento, de forma a verificar a magnitude e o efeito subsequente produzido pela carga de estímulo aplicado.

A carga anteriormente citada está relacionada a mensuração do esforço produzido a partir do treino, fazendo com que esse estresse/esforço deixe de ser algo abstrato e possua um valor numérico para um melhor controle dos estímulos proporcionados pelo treino. Nesse contexto, diversas equações foram desenvolvidas para a mensuração da carga de treino (BORRESEN; LAMBERT, 2006, 2008; FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996; FOSTER et al., 2001a; IMPELLIZZERI et al., 2004; SCOTT et al., 2016; SWEET et al., 2004), especialmente no que diz respeito ao treinamento contra uma resistência, as quais geralmente são compostas pela estimativa de elementos internos e externos inerentes à carga.

Muitos aspectos podem diferir um método de quantificação de carga do outro, assim como, custo, finalidade dos testes e disponibilidade de equipamentos para a realização dos mesmos, além disso, qual será o tipo de treinamento que pode ser prescrito a partir disso (SCOTT et al., 2016). Em relação ao treinamento resistido, possuímos alguns métodos para quantificação, porém não abrangem as variáveis do treinamento em sua totalidade (FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009; GARCIA-TABAR et al., 2017; HAUSER et al., 2014; PAPOTI et al., 2009; SVEDAHL; MACINTOSH, 2003).

No treinamento resistido, em seu amplo espectro de objetivos, como hipertrofia, ganho de força máxima, potência e emagrecimento, são utilizadas fórmulas para quantificação destas cargas de treino, o que se demonstra importante para verificar o estímulo que está sendo proporcionado por meio do protocolo de treinamento (BORRESEN; LAMBERT, 2006, 2008, 2009; SCOTT et al., 2016).

Dentro da área de quantificação de carga para o treinamento resistido, podemos utilizar fórmulas de carga interna, que levam em consideração a percepção subjetiva de esforço (PSE), que é obtida por meio do relato de quem está sendo submetido ao estudo.

Existem diversos fatores que podem influenciar na PSE do participante. Borresen e Lambert, (2006) e Foster et al., (2001b) citam a diferença da percepção relatada entre atletas e treinadores perante as atividades propostas, onde os atletas na maior parte das vezes realizam os exercícios acima da PSE indicada por seus treinadores. Pedro et al., (2014) realizaram um estudo expondo o efeito temporal sobre a resposta da PSE sob o participante, indicando que se perguntada muito próxima a sessão de treinamento o participante pode superestimar a PSE, sendo mais aconselhável reportá-la pelo menos 30 minutos após a sessão. Para a quantificação se faz necessário o conhecimento do nível de treinamento do participante. Smirmaul et al., (2010) realizou um estudo incluindo atletas e não atletas ativos, concluindo que a PSE não sofre influência pelo nível de treinamento em teste incremental em ciclo ergômetros. Em uma dissertação apresentada por Santos (2012), corroborando com o estudo anterior, não foi possível identificar diferenças nos relatos da PSE em voluntários com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória, apesar de que, quando a PSE do exercício é escolhida pelo próprio participante, os com maior capacidade tendem a selecionar uma PSE mais elevada.

Muitas vezes nos vemos na necessidade da mensuração prévia desta carga, o que nos leva a equações de mensuração da carga externa, que pode ser calculada utilizando-se das variáveis volume, intensidade total, intensidade relativa e peso levantado durante o treino (BORRESEN; LAMBERT, 2006, 2008; FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996; SCOTT et al., 2016). Apesar disso, o treinamento possui algumas variáveis determinantes que costumeiramente não são inclusas nas equações listadas, como a cadência do movimento e o tempo de descanso, que podem interferir diretamente na carga a que o participante é submetido (SCOTT et al., 2016).

Dentro dos cálculos relacionados à mensuração da carga de treino, pode-se identificar fundamentalmente dois métodos para tanto, sendo eles os cálculos de carga externa e os cálculos de carga interna. Neste trabalho, traremos os mais utilizados no meio prático, científico e acadêmico.

Carga externa

As fórmulas de quantificação de carga externa estão relacionadas a variáveis não fisiológicas para a mensuração da intensidade (e.g. %CDVM e peso levantado) e o volume quantificado por meio da quantidade de repetições e séries.

As fórmulas mais utilizadas são:

$Carga^1 = \text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \%1CDVM$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

Esta fórmula traz em sua composição o volume e a intensidade utilizada no treino, podendo ser utilizada pré e pós treino.

$Carga^2 = \text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \text{quantidade de quilogramas mobilizados}$. (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

Esta fórmula tem como base o volume na forma das repetições totais e a intensidade, porém ao invés de utilizar o CDVM, é utilizada a tonelagem mobilizada pelo participante.

$Carga^3 = (\text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \text{quantidade de quilogramas mobilizados}) / \text{Peso corporal}$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996)

Esta fórmula utiliza as mesmas variáveis da anterior, porém relativizada o cálculo pelo peso corporal do participante.

As vantagens da utilização da carga externa segundo Borresen e Lambert (2009) são:

- 1) Os dados utilizados nas fórmulas não são adquiridos de forma invasiva.
- 2) Não é necessário nenhum tipo de equipamento para coleta e análise dos dados que não envolvam o treinamento.
- 3) Não há a necessidade de realização prévia do treinamento

As desvantagens da utilização da carga externa segundo Borresen e Lambert (2009) são:

- 1) Não considera valores intrínsecos do avaliado.
- 2) Não possui a mesma sensibilidade para fatores ambientais como as fórmulas de carga interna.

Como mencionado anteriormente, as fórmulas não apresentam as variáveis que foram citadas anteriormente como uma lacuna na mensuração da carga, conforme podemos observar na tabela 1.

Tabela 1 – Equações para predição das cargas externas de treinamento e variáveis utilizadas para a obtenção do indicador em unidades arbitrárias.

	Volume	Intensidade	Descanso	Cadência
Carga ¹	X	X		
Carga ²	X	X		
Carga ³	X	X		

Carga Interna

A carga de treino também pode ser feita por meio de parâmetros fisiológicos, como frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo, e por meio do relato do participante da PSE.

As fórmulas mais utilizadas são:

$TRIMP^1 = \text{Tempo de duração do treino} \times PSE$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

O tempo de duração do treino se relaciona com o volume, e a PSE uma representação da intensidade do treino, porém, nesta fórmula o descanso está incluso, pois o descanso está na somatória do tempo total do treino.

$TRIMP^{\cdot} = \text{Tempo de duração do treino} \times \Delta FC \times Y$ (MORTON; FITZ-CLARKE; BANISTER, 1990).

Novamente podemos ver a duração do tempo de treino se relacionando com o volume, o delta da frequência cardíaca é utilizado como uma representação da intensidade, Y uma variável constante relacionada ao gênero do participante e o descanso se apresenta da mesma maneira que na fórmula anterior.

Neste caso, uma das questões em que se torna difícil utilização da fórmula no treinamento resistido, é a utilização da FC como referência de intensidade. Segundo Hopkins (1991) a FC é mais responsiva em treinamentos contínuos, por conta das variações durante os descansos, tornando difícil encontrar uma FC estável durante o treino.

$TRIMP^{\cdot\cdot} = \text{Somatória do produto do tempo de exercício pelo valor de cada zona de treinamento}$ (EDWARD, 1993).

O que difere esta fórmula é que a intensidade é representada pela zona de treinamento.

$TRIMP^{\cdot\cdot\cdot} = \text{Número de repetições} \times PSE$ (SWEET et al., 2004).

Esta forma de cálculo do TRIMP por sua vez traz a quantidade de repetições como volume e a PSE novamente é utilizada como intensidade.

$TRIMP^{\cdot\cdot\cdot\cdot} = \text{Número de séries} \times \text{repetições} \times \text{peso sustentado} \times PSE$ (SWEET et al., 2004)

Se assemelhando com as fórmulas de carga externa, nesta fórmula é utilizado o número total de repetições como para o cálculo do volume, pelo peso mobilizado multiplicado pela PSE como intensidade.

TRIMP² = Tempo sob tensão x PSE (SWEET et al., 2004)

Esta, por sua vez, traz o tempo sob tensão como volume e a PSE novamente como intensidade.

Na tabela 2 podemos observar as variáveis incluídas nas equações de carga interna.

Tabela 2 – Equações utilizadas para obtenção das cargas internas de treinamento e variáveis utilizadas para obtenção do índice em unidades arbitrárias.

	<i>Volume</i>	<i>Intensidade</i>	<i>Descanso</i>	<i>Cadência</i>
TRIMP¹	X	X	X*	X*
TRIMP[•]	X	X	X*	X*
TRIMP^{..}	X	X		
TRIMP^{...}	X	X		
TRIMP^{....}	X	X		
TRIMP²	X	X		

*: variáveis apresentadas de forma indireta.

Como observado, as fórmulas de TRIMP, desenvolvidas inicialmente por Banister (1990), utilizam sempre parâmetros de volume, podendo ser apresentados em forma de tempo total de duração de treino, duração em cada intensidade de treino, ou também por meio do número de séries; já a intensidade é referenciada por parâmetros fisiológicos, como a frequência cardíaca, ou relacionados a percepção do participante diante do exercício. Nesse contexto, entende-se que o parâmetro mais acessível seja a PSE, onde o participante relata sua percepção. Já o delta da frequência cardíaca e a zona de intensidade de treinamento são alguns exemplos de variáveis fisiológicas utilizadas para quantificação de carga e como referência para prescrição de treino (BORRESEN; LAMBERT, 2009).

As vantagens da utilização da carga interna segundo Borresen e Lambert (2009) são:

- 1) A utilização de fatores intrínsecos ao avaliado (lactato e frequência cardíaca).
- 2) A possibilidade de realizar o monitoramento de como esses fatores se comportaram durante a sessão de treinamento.
- 3) No caso da PSE a facilidade de acesso ao dado, que pode ser facilmente coletado.

As desvantagens a serem consideradas segundo Borresen e Lambert (2009) são:

- 1) O alto valor de alguns equipamentos para a coleta e análise de alguns desses dados
- 2) O teste pode ser invasivo
- 3) A necessidade da realização prévia do treinamento.

Atualmente no campo do treinamento resistido utiliza-se de fórmulas matemáticas para a equalização e predição da representação da carga de treino. As fórmulas existentes se utilizam predominante do volume, sendo ele representado em número de repetições, séries ou duração do treinamento, e intensidade, quantificada por meio da porcentagem referente a carga máxima em que o participante consegue realizar o movimento.

Podemos perceber perante a literatura, que o descanso é de suma importância na prescrição do treino, tendo um reflexo direto nos valores de carga de treino (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; FINK; KIKUCHI; NAKAZATO, 2016; FRY, 2004; SIMÃO; POLITO; MONTEIRO, 2008; TAN, 1999a, 1999b), assim como o descanso que surge como centro de discussão em diversos artigos (IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2018; SCHOENFELD; GRGIC, 2017; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015; SCOTT et al., 2016).

Este problema vem sendo citado dentro da literatura por diversos autores, Scott et al. (2016) descreve a importância do descanso entre as séries e a importância da cadência do movimento em relação à quantificação da carga e também na adaptação promovida pelo treino, sendo que atletas que necessitam de uma maior expressão da velocidade devem treinar em regime de potência, gerando uma necessidade da inserção da variável cadência no momento de avaliar, monitorar e prescrever o treino.

Impellizzeri, Marcora e Coutts (2018), também discorrem sobre a importância do controle e mensuração da cadência do movimento durante os treinos, assim como um estudo realizado por Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2015) que compararam como diferentes cadências podem acarretar em diferentes adaptações. Em seu estudo concluiu-se que o tempo sob tensão nas execuções de 0,5 segundo e 10 segundos não possuem grande diferença em relação à hipertrofia, porém, tempos acima disso podem não ser interessantes para o processo de hipertrofia muscular.

Em um estudo de Bird, Tarpenning e Marino (2005) também foram colocadas em questão as variáveis que influenciam nas adaptações promovidas pelo treino, e novamente a cadência e o descanso entre séries foram apresentadas.

Tais variáveis são descritas como:

Volume de Treinamento

O volume de treinamento, de maneira geral, pode ser representado de diversos modos. No ambiente dos treinamentos de corrida, pode ser considerado como volume, o tempo, ou até mesmo a quantidade de quilômetros percorrida, assim como em treinamentos de ciclismo, natação, entre outras modalidades, relacionando em na maior parte das vezes com duração ou quantidade de ações, quilômetros, voltas, piscinas, entre outros, que o participante realizou ou irá realizar (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Dentro do treinamento resistido, comumente o volume é estimado pelo número de repetições e séries realizadas dentro de uma sessão de treino, podendo também ser mensurado através do tempo total gasto para realização do treino ou também apenas pelo tempo em que o participante esteve realizando os exercícios (tempo sob tensão) (HAFF, 2010). Na ciência do treinamento, a relação não paramétrica existente entre as variáveis não permite que o volume acompanhe de forma direta a intensidade. Ao se referir ao treinamento contra uma resistência, tal relação também se manifesta dessa forma, e deve ser ajustada de acordo com o objetivo do treino, sendo modulada para que se atenda aos objetivos da sessão, sendo que treinos com menor volume estão relacionados a treinamentos de força máxima e treinamentos com altos volumes relacionados a ganho de resistência de força, havendo um grande espectro de objetivos e variações de acordo com a manipulação das outras variáveis (HAFF, 2010; KRAEMER; RATAMESS, 2004; MANGINE et al., 2015)

Intensidade de Treinamento

É relacionada a resistência, peso absoluto ou relativo proporcionado por determinado exercício ou movimento, podendo ser mensurado por diversas variáveis, como: pace, quilômetros por hora, zona do limiar aeróbio, quilos, percepção subjetiva de esforço, entre outros (RATAMESS et al., 2009).

Podemos observar a intensidade como o norteador do treinamento contra uma resistência em diversos artigos (FRY, 2004; KRAEMER; RATAMESS, 2004; RATAMESS et al., 2009), indicando as melhores faixas para as diversas adaptações mecânicas e fisiológicas geradas e sugerindo a predominância metabólica do exercício em questão, dentro do treinamento resistido.

Na área de treinamento contra uma resistência, a intensidade é mais frequentemente referida como porcentagem de 1CDVM utilizada. Sendo que treinos com pesos mais próximos do 1CDVM são considerados treinos mais intensos, ou seja,

considerando o peso que o participante consegue realizar apenas uma CDVM o 100%, quanto mais próximo de 100% o valor for prescrito/realizado, maior a intensidade do treinamento, e mais relacionados ao treino de força máxima eles serão (FRY, 2004; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Cadência

Refere-se ao ritmo/velocidade da execução do movimento durante o exercício. A manipulação dessa variável pode ter influência direta nas adaptações geradas pelo treinamento (GÜLCH, 1994; KRAEMER; RATAMESS, 2004; SCOTT et al., 2016). A cadência do movimento quando realizada em sua máxima velocidade é inversamente proporcional a intensidade e ao volume estabelecidos para o treinamento, de modo em que intensidades mais altas são executáveis somente em cadências mais baixas, bem como em menores intervalos de tempo (BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005).

Descanso Entre Séries

O descanso está relacionado ao tempo de recuperação entre as séries do treinamento resistido. Possui grande influência no volume e na capacidade do participante em realizar os exercícios com a intensidade propostas no treinamento (BOTTARO et al., 2009). Treinamentos com descansos mais longos e intensidades elevadas (acima de 85% da CVDM) tendem a gerar maiores ganhos de força e maiores adaptações neurais, sendo que treinamentos com descansos menores e intensidades moderadas (entre 60 e 80% da CVDM) são considerados mais efetivos para hipertrofia e ganho de resistência muscular (FINK; KIKUCHI; NAKAZATO, 2016).

Validação e reprodutibilidade

No meio acadêmico científico um dos meios para dar credibilidade e aceitação para novas realizações, é através de validações. Existem diversos designados para diferentes objetivos para que possamos tornar algo válido. Rykiel (1996) cita em seu estudo alguns tipos de validações, entre elas, podemos encontrar a validação histórica, que pode ser validada por meio racional, onde se assume que o conhecimento validado seja algo de conhecimento popular e temos também o método empírico, onde as suposições e resultados são obtidos por observação e vivência. Outro método de análise,

também citador por Rykiel (1996) é o de validação preditiva, que se espera encontrar uma predição para comportamentos de sistemas, bons resultados na comparação dos dados reais do sistema em questão e os resultados do modelo utilizado para previsão destes dados, tornaria o modelo válido. Voltado para a dissertação em questão, Rykiel (1996) apresenta também a validação conceitual comparativa, que se utiliza de algo previamente já existente como uma referência para o que está sendo apresentado, no caso, utilizando-se deste conceito, adotamos esta validação como ideal para o nosso trabalho, sendo assim, as fórmulas desenvolvidas serão comparadas com fórmulas já existentes.

O teste de reprodutibilidade é utilizado para observar se o objeto de estudo em questão é reprodutível por diferentes pessoas aplicando o mesmo método, ou seja, se eu aplicar o que estamos testando o resultado será o mesmo ou muito próximo de outras pessoas aplicando o mesmo método, havendo uma coerência entre os dados (NICKERSON, 2016).

A partir da percepção dessas lacunas encontradas na quantificação de carga em treinamento resistido, em que algumas variáveis são deixadas de lado, assim como descanso e cadência, optamos por realizar alguns processos para o desenvolvimento de fórmulas que fossem capazes de abranger esses aspectos, sendo assim, o objetivo deste projeto é propor, validar e testar reprodutibilidade de novas fórmulas de quantificação de carga externa para treinamento contra uma resistência. Pretende-se com essa proposta agregar as variáveis antes não incluídas nos cálculos de carga de treinamento contra uma resistência, sendo estas equações classificadas como fórmulas de carga externa, tornando possível uma quantificação prévia da carga de treino, o qual o participante será submetido, levando em consideração o descanso e a cadência do movimento, trazendo em si, o questionamento se haverá uma melhora na sensibilidade e facilitando a prescrição, equalização e monitoramento de diferentes treinos com as modulações das variáveis em questão, antes não inclusas.

OBJETIVO GERAL

Propor, validar e testar reprodutibilidade de uma equação para quantificação da carga externa de estímulos contra uma resistência, que considere os intervalos entre séries e o tempo sob tensão em sujeitos submetidos a sessões de treinamento de força de diferentes intensidades, volumes, cadências e descansos.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Utilizando-se da técnica de regressão linear, propor uma equação de predição da carga interna de treino a partir de variáveis externas ao estímulo, bem como variáveis que não são comumente consideradas para realização dessa técnica;

Validar a equação para controle de carga de treino de força por meio da sua comparação com outros métodos validados;

Identificar por meio de técnicas correlacionais se a equação proposta apresenta capacidade preditiva das cargas de treinamento em relação aos impulsos de treinamento (TRIMP), utilizando-se apenas de variáveis externas. Possibilitando assim uma predição da carga de treino prévia à sua execução.

Verificar a reprodutibilidade da fórmula proposta a partir da análise de variância para avaliar a interação entre os valores mensurados

MATERIAL E MÉTODO

Participantes

A amostra contou com 6 participantes ($20,3 \pm 3,4$ anos, $1,63 \pm 0,25$ metros de altura e $63,2 \pm 19,6$ quilogramas de massa corporal), sendo 3 homens e 3 mulheres, o número de participantes foi indicado por meio de cálculo de poder amostral através do número de observações, usando como referência o artigo de Scott et al. (2013), garantindo uma potência estatística de 0,95 e um alfa de 5% (software G*Power – Dusseldorf, Germany), para sujeitos com faixa etária entre 18 e 30 anos. Os participantes foram convidados a participar do protocolo por meio de mensagens, utilizando para isso aplicativos de celular, redes sociais e convite verbal. Foram prescritas 12 sessões de treinamento diferentes, que foram randomicamente realizadas por todos os participantes com intervalo mínimo de 48 horas entre os estímulos, sendo realizados 2 treinos por semana. Após o término das 12 sessões foi realizada a repetição dos 12 treinos em todos os participantes para a realização do teste de reprodutibilidade.

Critérios de inclusão:

Foram habilitados a participar do estudo participantes com experiência prévia com percepção subjetiva de esforço, estar realizando treinos contra resistência pelo menos nos últimos 6 meses, não possuir lesões ou limitações que impedissem a execução dos exercícios supino, *leg press* e puxador frontal.

Critérios de exclusão:

Foram excluídos do protocolo, através de um questionamento verbal, sujeitos que estavam sob efeito de recursos ergogênicos que influenciem no desempenho durante os treinos e em sua percepção subjetiva sob o esforço, lesionados de forma incapacitante antes ou durante a realização do estudo, não conseguir realizar todos os treinos e apresentar histórico de doença cardíacas hipertensiva que fossem impeditivas para a realização dos treinos ou qualquer restrição médica.

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CAE 11123019.2.0000.5659) e estão de acordo com a Declaração de Helsinki. Foi elaborado um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (apêndice 1) com o intuito de informar os participantes dos procedimentos, riscos, benefícios e objetivos relativos ao projeto.

Avaliação

Previamente aos treinos propriamente ditos, os sujeitos foram submetidos à realização do protocolo de Clarke (1973); foi realizada uma série de 10 repetições como aquecimento com aproximadamente 50% de 1CDVM, após 1 minuto de descanso foi realizada uma série de 3 a 5 repetições com 80 a 90% de 1CDVM, após 2 minutos de descanso foi realizada uma série de 2 a 3 repetições com aproximadamente 90% de 1CDVM e após 3 minutos o participante teve 3 chances para tentar conseguir realizar o exercício utilizando 100% de 1 CDVM, com descanso de 3 minutos entre as tentativas. O peso obtido por meio desse teste foi utilizado para relativização da carga ao CDVM, e prescrição das diferentes sessões que compuseram o protocolo experimental, conforme descrito a seguir. Posteriormente foram realizados 3 treinos com cadências diferentes para que o participante fosse capaz de se adaptar a treinar escutando o metrônomo através do aplicativo Metrônomo (desenvolvido por Studio Sol).

Desenho experimental

O estudo se iniciou através do teste de CDVM, seguido por uma fase de adaptação de 3 treinos, para que o participante se adaptasse à utilização do metrônomo durante o exercício, após isso, foram realizados 12 treinos para coleta de dados, foi realizada uma reavaliação da CDVM para verificar se houve um ganho de força e alterações nas

porcentagens do CDVM para realizar a segunda novamente os seguintes treinos, após a realização dos 24 treinos, foi realizada a análise de todos os dados, juntamente com a escrita do projeto final e as partes de resultados, discussão e conclusão da dissertação.

Figura 1 – Logística do trabalho.

Apesar dos participantes conseguirem realizar os testes com pesos mais elevados, essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa, vide tabela 3 (anexo A).

Tabela 3: CDVM Pré treinos e reavaliação

	Pré		Reavaliação	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
1	443 kg	200 kg	460 kg	222 kg
2	312 kg	211 kg	320 kg	213 kg
3	302 kg	233 kg	315 kg	239 kg
Total	1701 kg	1769 kg	1057 kg	1095 kg

Treinos

Os treinos foram planejados de forma a haver uma ampla combinação entre as variáveis em questão, e para que a partir disso a fórmula fosse testada em diversas intensidades, cadências, volumes e descansos.

As sessões de treinamento foram realizadas de forma randomizada, por meio de números escritos em papéis que foram sorteados a cada dia que o voluntário comparecia no laboratório para realizar uma sessão de treino. A composição das sessões de treinamento foi disposta na **tabela 1**, onde pode-se observar todas as variáveis dos treinos e suas diferentes proposições.

Cada participante executou as séries até a falha, sendo essa considerada quando o participante não era mais capaz de realizar o movimento completo sem auxílio ou não conseguir executar o movimento na cadência proposta.

Tabela 4: Variações dos treinos que foram realizados durante a validação. Os treinos foram identificados por caracteres de “A” à “L”, Intensidade se refere a porcentagem do CDVM, Volume se refere à quantidade de repetições executadas em cada série, a unidade de medida do descanso e a cadências estão em segundos.

Treino	Volume (rep)	Intensidade (%CDVM)	Descanso (seg)	Cadência (seg)
A	15-20	60%	30	1
B	15-20	60%	30	2
C	15-20	60%	60	1
D	15-20	60%	60	2
E	8-12	75%	60	1
F	8-12	75%	60	2
G	8-12	75%	120	1
H	8-12	75%	120	2
I	1-4	90%	180	2
J	1-4	90%	180	3
K	1-4	90%	300	2
L	1-4	90%	300	3

Após a realização das diferentes sessões os participantes foram questionados sobre sua PSE 30 minutos após o término do treino, que foi utilizada para o cálculo do TRIMP, onde se utiliza a duração do treino em segundos multiplicado pela PSE relatada pelo participante.

Análises estatística

Para a análise estatística foi usado o *software SPSS (Statistical Package for Social Science)* para *Windows®* Versão 20.0. Foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirno, a homocedasticidade, a não colinearidade entre variáveis independentes, posteriormente a Correlação de Pearson para verificar possível relação entre as fórmulas já existentes e as equações desenvolvidas para a validação.

O reteste é utilizado para verificar se a fórmula atenderia ao princípio da reprodutibilidade, porém, as fórmulas utilizam dados não variáveis pré-treinos, sendo assim os valores utilizados no cálculo dos 12 primeiros treinos também foram realizados para a segunda bateria de treinos, e como o treino prescrito foi o mesmo, os valores obtidos também foram idênticos.

Equação Proposta

O caminho até a fórmula proposta ocorreu de forma progressiva, com diversas etapas, envolvendo um processo de teste e evolução da fórmula inicialmente desenvolvida.

A primeira equação desenvolvida foi estabelecida a partir da tentativa e erro, abordando um método subjetivo com cálculos feitos manualmente para a correção da carga perante o tempo de descanso. No que diz respeito ao descanso, levou-se em consideração 30 segundos de descanso como base de cálculo do descanso, quanto maior o descanso, menos significante seria a soma dos outros 30 segundos proporcionalmente, após isso seria dividido por 60 segundos. Chegamos nesses números pois foram os que mais se aproximaram do platô relacionado ao descanso, que quanto maior ele for, menor a diferença na percepção da mudança da carga do treino:

Figura 2 – Fórmula¹

$$1^a \quad TL = V \cdot I \cdot \frac{(30 \cdot R) + 30}{60 \cdot R} \cdot C.$$

Onde: TL = Carga (unidades arbitrárias); V = volume (número total de repetições); I = intensidade (%CDVM);

R = descanso (segundos); C = cadência (segundos totais de execução).

Posteriormente a equação ganhou uma base científica e foi desenvolvida a partir das equações já existentes, juntamente com uma fórmula de regressão linear simples, na qual foram utilizadas como variáveis o tempo de descanso e o TRIMP¹ de coletas previamente realizadas, trazendo uma constante referente ao efeito do descanso na modulação da carga do treino. A análise estatística foi realizada através do *software SPSS 20.0* para *Windows* entre o tempo de descanso e o cálculo de TRIMP¹, possibilitando uma maior diferença das cargas quando descansos estão mais próximos de 60 segundos e uma menor diferença entre descansos mais longos como 180 e 300 segundos. Após a reunião

dos parâmetros selecionados, assim como a realização da técnica de regressão linear, obteve-se a seguinte equação para predição da carga de treino para os diferentes protocolos propostos:

Figura 3 – Fórmula²

$$2^a TL = V \cdot I \cdot (0,0043 \cdot R + 55,7143) \cdot C$$

Onde: TL = Carga (unidades arbitrárias); V = volume (número total de repetições); I = intensidade (%CDVM);

R = descanso (segundos); C = cadência (segundos totais de execução).

Seguindo a mesma linha foram desenvolvidas mais duas fórmulas.

Em uma delas utilizando o TRIMP² onde foi multiplicado a PSE pelo tempo sob tensão, para a regressão, resultando na seguinte fórmula:

Figura 4 -Fórmula³

$$3^a TL = V \cdot I \cdot (1582,6 - 3,41 \cdot R) \cdot C$$

Onde: TL = Carga (unidades arbitrárias); V = volume (número total de repetições); I = intensidade (%CDVM);

R = descanso (segundos); C = cadência (segundos totais de execução).

E outra usando o TRIMP¹ multiplicando a PSE pela duração do treino (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996):

Figura 5 - Fórmula⁴

$$4^a TL = V \cdot I \cdot (50,66 \cdot R) \cdot C$$

Onde: TL = Carga (unidades arbitrárias); V = volume (número total de repetições); I = intensidade (%CDVM);

R = descanso (segundos); C = cadência (segundos totais de execução).

No processo de formulação da 2^a e 3^a equações, foi possível notar por meio de um *bloxspot* que as variáveis encontradas entre os TRIMPs são diferentes devido à maneira que esses indicadores são calculados e que o comportamento deles perante o descanso foram diferentes e em sentido contrário. Foi realizada a estimativa do intercepto e o

coeficiente angular, buscando também a correção da diferença entre os descansos mais curtos e os mais longos, o que permitiu chegar à terceira equação, porém os dados desta fórmula não apresentaram uma distribuição normal, que é um pressuposto para que as estimativas sejam consideradas confiáveis, assim como a quarta fórmula.

RESULTADOS

Esse trabalho teve como objetivo inicial analisar a fórmula proposta com as fórmulas já existentes e mais utilizadas, porém, a fim de obter mais dados para o desenvolvimento da fórmula, vários cálculos foram realizados para obtermos o panorama geral de tudo que está envolto no que abrange a quantificação da carga de treino. Sendo assim, foi realizada a relação entre todos os dados calculados, que são: volume, intensidade, descanso, cadência, $TRIMP^2 = \text{tempo sob tensão} \times PSE$ (SWEET et al., 2004), $TRIMP^1 = \text{Tempo de duração do treino} \times PSE$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996) e cargas externas (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

Foi realizado um relatório técnico (anexo B) em conjunto com uma profissional da área de estatística em relação à 3ª e 4ª fórmula.

Apesar do cálculo de poder estatístico, quando realizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov tivemos que considerar os valores como normais pelo baixo número amostral apresentado no projeto, indicando que apesar do número de observações serem suficientes para a realização das correlações, precisaremos de mais amostras para a realização das regressões envolvidas nas fórmulas.

Correlações entre os dados (anexo C), onde são as abreviações são traduzidas por: $TRIMP^2 = \text{Tempo sob tensão} \times PSE$ (SWEET et al., 2004)

$TRIMP^1 = \text{Tempo de duração do treino} \times PSE$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996)

$Carga^1 = \text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \%1CDVM$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

$Carga^2 = \text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \text{quantidade de quilogramas mobilizados}$. (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996).

$Carga^3 = \text{Número de séries} \times \text{número de repetições} \times \text{quantidade de quilogramas mobilizados/Peso corporal}$ (FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, 1996)

Dependência intervariáveis:

Nas figuras 6 e 7 podemos observar o comportamento intervariáveis e como a modulação da intensidade possui uma interferência entre todas elas, sendo volume representado por quantidade de repetições, cadência em segundos de execução, descanso em segundos e intensidade em porcentagem de CDVM

Figura 6: Dependência intervariáveis - Figura mostra o comportamento da relação entre as variáveis utilizadas nas fórmulas atuais: volume, intensidade e cadência. Quanto maior o volume, menor a cadência e intensidade, quanto maior a intensidade, menor o volume e maior a cadência. Quanto maior a cadência, menor o volume e maior a intensidade.

Figura 7: Dependência interváveis - Figura mostra o comportamento da relação entre as variáveis utilizadas nos componentes: volume, intensidade e descanso. Quanto maior o volume, menor o descanso e intensidade, quanto maior a intensidade, menor o volume e maior a descanso. Quanto maior o descanso, menor o volume e maior a intensidade.

Relações entre dados

Nas correlações, levou-se em consideração a classificação de Variáveis e cargas: Em relação ao volume, observou-se uma relação negativa forte com intensidade ($r = -0,786$ $p < 0,001$), com o descanso ($r = -0,707$ $p < 0,001$) e com a cadência ($r = -0,702$ $p < 0,001$). Quanto ao volume e as cargas externas as relações são positivas, porém com algumas diferentes classificações – volume e carga¹ possuem uma relação alta positiva ($r = 0,790$ $p < 0,001$), volume e carga² fraca e positiva ($r = 0,398$ $p < 0,001$) e volume e carga³ moderada e positiva ($r = 0,621$ $p < 0,001$). Relacionando com as cargas internas, o volume apresentou relações contrárias, para o TRIMP¹ moderada e negativa ($r = -0,654$ $p < 0,001$) e para TRIMP² moderada e positiva ($r = 0,603$ $p < 0,001$).

A intensidade apresenta relações inversas aos do volume, perante as outras variáveis. Como dito anteriormente, foi observada uma relação negativa forte da intensidade e volume ($r = -0,786$ $p < 0,001$), moderada positiva em relação a cadência ($r = 0,594$ $p < 0,001$) e forte e positiva com descanso ($r = 0,862$ $p < 0,001$). Se tratando das cargas internas, a intensidade possui uma relação forte positiva com TRIMP¹ ($r = 0,757$ $p < 0,001$) e moderada negativa com TRIMP² ($r = -0,530$ $p < 0,001$), perante as cargas externas, apresentou uma relação muito forte negativa com carga¹ ($r = -1,000$ $p < 0,001$),

moderada negativa para carga² ($r = 0,647$ $p < 0,001$) e muito forte negativa com carga³ ($r = -0,924$ $p < 0,001$).

A Cadência por sua vez, apresenta uma relação moderada positiva com o descanso ($r = 0,604$ $p < 0,001$). Diante das cargas internas é observada uma relação moderada positiva com o TRIMP¹ ($r = 0,591$ $p < 0,001$), inexistente com TRIMP², com as cargas externas, carga¹ moderada negativa ($r = -0,600$ $p < 0,001$), carga² fraca negativa ($r = -0,391$ $p = 0,001$), carga³ moderada negativa ($r = -0,557$ $p < 0,001$).

Para o descanso obteve-se resultados similares com a intensidade, onde a carga interna TRIMP¹ apresentou a relação positiva forte de ($r = 0,910$ $p < 0,001$), TRIMP² fraca negativa ($r = -0,452$ $p < 0,001$), carga¹ forte negativa ($r = -0,867$ $p < 0,001$), carga² moderada negativa ($r = -0,563$ $p < 0,001$), carga³ forte negativa ($r = -0,803$ $p < 0,001$).

Cargas entre cargas:

O TRIMP¹ (figura 8), considerado como um método de mensuração da carga interna, possui uma relação fraca e negativa com a outra fórmula de carga interna TRIMP² (figura 9) ($r = -0,318$ $p < 0,001$), relação forte e negativa com carga¹ ($r = -0,762$ $p < 0,001$) e carga³ ($r = -0,719$ $p < 0,001$) e moderado negativa com carga² ($r = -0,604$ $p < 0,001$). O TRIMP² apresenta relação moderada positiva com carga¹ ($r = 0,532$ $p < 0,001$) e carga³ ($r = 0,373$ $p < 0,001$) porém não apresenta relação com carga². Carga¹ (figura 10) relacionada com carga² (figura 11) possuem uma relação moderada positiva ($r = 0,648$ $p < 0,001$) e muito forte positiva com carga³ (figura 12) ($r = 0,924$ $p < 0,001$). Carga² e carga³ possuem uma relação forte positiva ($r = 0,771$ $p < 0,001$).

Cargas, variáveis e novas fórmulas:

No intuito de analisar qual das fórmulas desenvolvidas apresentariam a melhor relação tanto com as variáveis, quanto com as fórmulas já existentes, foi realizada uma correlação entre todas elas, assim foi possível compreender a capacidade preditiva de cada uma delas em relação às diferentes formas de controle de carga de treino.

Fórmulas e variáveis:

Fórmula¹ e variáveis (figura 13):

O volume apresentou uma relação fraca e positiva ($r = 0,389$ $p < 0,001$), a intensidade teve uma relação mais alta, sendo considerada forte e negativo ($r = -0,743$ $p < 0,001$), a cadência não obteve relação com a fórmula apesar de ser acrescentado na fórmula, o descanso também introduzido na fórmula apresentou uma relação moderada e negativa ($r = -0,619$ $p < 0,001$).

Fórmula² e variáveis (figura 14):

O volume se relaciona de forma negativa e forte ($r = -0,789$ $p < 0,001$), a intensidade de forma positiva e forte ($r = 0,788$ $p < 0,001$), a cadência de forma positiva e muito forte ($r = 0,956$ $p < 0,001$) e o descanso forte e também positiva ($r = 0,765$ $p < 0,001$).

Fórmula³ e variáveis (figura 15):

Nesse caso o volume se relacionou de maneira positiva assim como a primeira, porém a relação foi fraca ($r = 0,475$ $p < 0,001$), a intensidade de forma negativa e forte ($r = -0,820$ $p < 0,001$), a cadência não apresentou relação e o descanso se relacionou de maneira forte e negativa ($r = -0,740$ $p < 0,001$).

Fórmula⁴ e variáveis (figura 16):

O volume se relacionou de forma negativa e moderadamente ($r = -0,528$ $p < 0,001$), a intensidade de forma positiva e moderada ($r = 0,566$ $p < 0,001$), a cadência e o descanso de forma positiva e forte ($r = 0,778$ $p < 0,001$; $r = 0,768$ $p < 0,001$).

Fórmulas desenvolvidas e fórmulas já existentes:

Fórmula¹ e fórmulas já existentes:

Quando correlacionada com o TRIMP¹ a primeira fórmula desenvolvida apresentou uma relação fraca e negativa ($r = -0,498$ $p < 0,001$), TRIMP² foi a que apresentou maior relação entre as fórmulas de carga interna, sendo ela moderada e positiva ($r = 0,631$ $p < 0,001$),

Também foram projetadas em gráficos as relações entre os dados para uma melhor visualização:

Figura 8: Dados da correlação de Pearson referentes ao TRIMP¹ e demais dados

Figura 9: Dados da correlação de Pearson referentes ao TRIMP² e demais dados

Figura 10: Dados da correlação de Pearson referentes a Carga¹ e demais dados

Figura 11: Dados da correlação de Pearson referentes a Carga² e demais dados

Figura 12: Dados da correlação de Pearson referentes a Carga³ e demais dados

Figura 13: Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula¹ e demais dados

Figura 14: Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula² e demais dados

Figura 15: Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula³ e demais dados

Figura 16: Dados da correlação de Pearson referentes a Fórmula e demais dados

DISCUSSÃO

O objetivo desta dissertação foi encontrar uma possível fórmula de quantificação de carga de treino, que fosse mais abrangente em relação a utilização de um maior número de variáveis do treinamento, tornando o seu cálculo mais preciso, sensível e próximo da realidade do treinamento.

O ponto para que chamamos atenção neste estudo, são as relações da fórmula², em que pudemos verificar bons resultados com as variáveis, o comportamento das diferentes fórmulas perante as variáveis e as variáveis entre si, como mostrado nas figuras e tabelas inseridas nos resultados.

A quantificação da carga de treino é um assunto amplamente discutido e estudado. Alguns estudos mostram a utilidade dos tipos de carga de treino, sendo a carga externa mais utilizada para prescrição pré-treino e as fórmulas de carga interna durante e após os treinos (BORRESEN; LAMBERT, 2008; HAFF, 2010; IMPELLIZZERI; MARCORA; COUTTS, 2018; PEDRO et al., 2012). Porém, como pode-se observar nos resultados encontrados no presente estudo, a relação entre as cargas externas e internas por meio do TRIMP¹ apontou para uma relação alta entre a fórmula de carga¹, todavia, a relação é negativa, então são inversamente proporcionais ($r = -0,762$ $p < 0,01$), assim como com a carga² e carga³ ($r = -0,604$ $p < 0,01$ e $r = -0,719$ $p < 0,01$ respectivamente). O TRIMP² possui o comportamento um pouco diferente ao ser relacionado com carga¹, foi observada uma relação moderada positiva ($r = 0,532$ $p < 0,01$) e uma relação baixa com a ³carga externa ($r = 0,373$ $p < 0,01$), não foi possível observar uma relação significativa com a carga² externa.

Diante dos seguintes resultados pudemos observar que as cargas internas e externas não são proporcionais em relação aos resultados que produzem, e/ou não possuem uma relação considerada alta, levando-nos à pergunta de qual seria a fórmula ideal para cada tipo de prática. Habitualmente o TRIMP¹ é utilizado para treinos aeróbios e o TRIMP² para treinos anaeróbios, não exclusivamente, porém isso nos fez observar a relação das fórmulas com o TRIMP² com maior delicadeza, sendo que o presente estudo direcionou-se para o desenvolvimento da fórmula de treinamento contra uma resistência, logo, o intuito da fórmula foi atender os treinamentos realizados contra uma resistência, que no caso seriam os pesos.

No início das coletas, os resultados pareciam ser promissores, no entanto, ao concluir o estudo surgiram novas indagações entre respostas, por exemplo: 1) Qual fórmula é melhor para qual tipo de exercício, já que pudemos observar que elas possuem relações bem diferentes com as variáveis? 2) Estamos utilizando as fórmulas da maneira correta? 3) As fórmulas utilizadas atualmente realmente estão nos mostrando algo que nos aproxime da noção da carga do treino? 4) Não seria necessária uma realização de referências para as unidades arbitrárias de acordo com cada fórmula?

Como citado no estudo de Bird, Tarpenning e Marino (2005) a carga de treino possui uma representação multifatorial. As fórmulas desenvolvidas foram uma forma de abranger uma quantidade maior de variáveis do que as já existentes. Por sua vez, as regressões realizadas no descanso não se mostraram confiáveis perante o teste de normalidade, quando a regressão é tratada isoladamente entre a fórmula e o descanso no caso da fórmula², e fórmula⁴.

Na análise de dados nos questionamos, porque as fórmulas utilizadas comumente, como o TRIMP¹ e as fórmulas de carga externa, possuem um comportamento inversamente proporcional, quando variadas as cadências e descansos, e isso não é questionado na comunidade científica, onde o TRIMP¹ possui também uma grande utilização.

O comportamento inverso das fórmulas, nos mostra que elas não trabalham de forma coerentemente, sendo necessária uma maior cautela na utilização do TRIMP¹ quando se trata de treinamento resistido.

O controle da cadência se mostra de suma importância por sua interferência no volume do treino, assim como o descanso. Quando maior a cadência e descanso, menor será o volume alcançado no treinamento, se a intensidade acompanhar as diretrizes esperadas, nos trazendo a visão da importância do treinador saber como modular as variáveis do treinamento, priorizando qual variável será mais importante para o desenvolvimento do objetivo do participante que está sendo treinado.

Fry (2004) e Ratamess et al. (2009) em seus estudos nos mostram as questões que envolvem o treinamento resistido com peso, sendo a intensidade a variável norteadora para os diferentes objetivos, utilizando o descanso e volume de acordo com as possibilidades trazidas pela intensidade alvo, a cadência, por sua vez, também é modulada pela intensidade, porém em treinos objetivando potência, ela aumentada para a máxima velocidade possível de execução do movimento, mas das mesma forma, o que se leva como parâmetro para a realização do treino, ainda sim é a intensidade.

Pelos cálculos estatísticos, pudemos observar uma maior relação com as variáveis perante a fórmulas², levantando o questionamento se essa não seria a melhor fórmula para a quantificação da carga de treino, pois a modulação da intensidade, cadência e descanso acompanham o sentido do resultado da equação.

A partir dos pontos citados, podemos observar que será necessário um maior número de estudos, com a intenção de explorar qual tipo de treinamento cada fórmula consegue ser mais eficaz, e pudemos observar a grande importância do domínio das variáveis de treinamento para o profissional de educação física.

CONCLUSÕES

Após a análise dos dados obtidos a fórmula³ se mostrou válida e reprodutível utilizando diferentes valores de volume, intensidade, cadência e descanso.

Contudo, a fórmula² demonstrou-se mais responsiva às variações das variáveis do treinamento, inclusive mais responsiva do que as fórmulas já existentes.

Conclui-se que as fórmulas desenvolvidas se mostraram eficazes na quantificação da carga, porém as fórmulas tiveram relações diferentes perante as previamente existentes, da mesma forma que elas possuem diferentes relações entre si, contudo, para o treinamento resistido, a fórmula que teve maiores relações com as fórmulas mais utilizadas no treinamento resistido, foram a fórmula¹ e a fórmula³. Por falta de embasamento científico da fórmula¹, temos que a fórmula³ é mais adequada, levando em consideração as fórmulas já existentes, por ser considerada válida através dos testes estatísticos, porém a fórmula² se mostrou mais responsiva a modulação das variáveis, mesmo assim serão necessários mais estudos para avaliar tal fórmula

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÁTICAS

A vantagem e motivação do desenvolvimento e utilização das fórmulas desenvolvidas, advém da predição sem fatores intrínsecos ao participante do estímulo proporcionado, ou a necessidade de uma realização prévia do treino para tal mensuração, incluindo variáveis do treinamento que influenciam a carga de treino. Sendo assim, trazendo para a aplicação prática, a fórmula³ pode ser usada em equalização, prescrição e monitoramento de treinos com diferentes descansos, cadências, volumes e intensidades, abrangendo uma maior quantidade de variáveis do treinamento, que anteriormente não eram levadas em consideração e que claramente possuem influência no estímulo e na PSE do sujeito que será submetido ao treinamento. Percebemos que as fórmulas não são coerentes entre si e entre as variáveis do treinamento, o que torna de suma importância o domínio dessas variáveis pela pessoa que desenvolve o treinamento, sabendo qual o objetivo e variável será modulada para alcançar o desenvolvimento do atleta/aluno que estamos atendendo. Levando em consideração todos os aspectos estatísticos, a fórmula³

foi a que apresentou melhores resultados. A atenção deste estudo se volta para o senso crítico em relação a estudos com treinos equalizados e à capacidade de mensuração da carga de treino de todas as fórmulas citadas, apesar de indicarmos tal fórmula, sabemos que mais estudos serão necessários acerca de tal área de estudo.

Finalmente, após observar os resultados obtidos nesse estudo, restam-nos os seguintes questionamentos: estamos mensurando a carga de treino de forma eficaz? O que as fórmulas realmente nos trazem de informações?

REFERÊNCIAS

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance fitness: A review of the acute programme. **Sports Medicine**, v. 35, n. 10, p. 841–851, 2005.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. Validity of Self-Reported Training Duration. v. 1, n. 4, p. 353–359, 2006.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, p. 16–30, 2008.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The Quantification of Training Load , Effect on Performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 779–95, 2009.

BOTTARO, M. et al. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 1, p. 73–78, 2009.

CLARKE, D. H. **Adaptations in Strength and Muscular Endurance Resulting from Exercise** Maryland, 1973.

EDWARD, S. **The Heart Rate Monitor Book**. Sacramento, CA: Springer Berlin Heidelberg, 1993. v. 0

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts: how valid are they? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 6, p. 469–90, 2009.

FINK, J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, p. 1–8, 2016.

FOSTER, C., DAINES, E., HECTOR, L., SNYDER, A. C. WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medicine Journal**, v. 95, n. 6, p. 370–374, 1996.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001a.

FOSTER, C. et al. Differences in perceptions of training by coaches and athletes. **South African Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 2, p. 3–7, 2001b.

FRY, A C. The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptation. **Sports Med.**, v. 34, n. 10, p. 663–669, 2004.

GARCIA-TABAR, I. et al. Validity of a single lactate measure to predict fixed lactate thresholds in athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 4, p. 385–392, 2017.

GÜLCH, R. W. Force-velocity relations in human skeletal muscle. **International journal of sports medicine**, v. 15 Suppl 1, p. S2-10, 1994.

HAFF, G. G. Quantifying Workloads in Resistance Training : A Brief Review Methods for Estimating Training. **UK strength and conditioning association**, n. 19, p. 4–13, 2010.

HAUSER, T. et al. Comparison of selected lactate threshold parameters with maximal lactate steady state in cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, p. 517–521, 2014.

HOPKINS, W. G. Quantification of Training in Competitive Sports: Methods and Applications. **Sports Medicine**, v. 12, n. 3, p. 161–183, 1991.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1042–1047, 2004.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and External Training Load : 15 Years On Training Load : Internal and External Load Theoretical Framework : The Training Process. 2018.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, 2004.

MANGINE, G. T. et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological reports**, v. 3, n. 8, p. e12472, 2015.

MORTON, R. H.; FITZ-CLARKE, J. R.; BANISTER, E. W. Modeling human performance in running. **Journal of Applied Physiology**, v. 69, n. 3, p. 1171–1177, 1990.

NICKERSON, C. A. E. A Note On " A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility " Published by: International Biometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2533516> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You may. **Biometrics**, v. 53, n. 4, p. 1503–1507, 2016.

PAPOTI, M. et al. Determination of Force Corresponding to Maximal Lactate Steady State in Tethered Swimming. **International Journal of Exercise Science**, v. 2, n. 4, p. 269–279, 2009.

PEDRO, R. E. et al. APPLICATION OF DIFFERENT LOAD QUANTIFICATION METHODS DURING A KARATE. v. 18, p. 278–282, 2012.

PEDRO, R. E. et al. Efeito temporal sobre a resposta da percepção subjetiva do esforço: . **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 5, p. 350–353, 2014.

RATAMESS, N. A. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **American College of Sports Medicine**, p. 687–708, 2009.

RYKIEL, E. J. Testing ecological models: The meaning of validation. **Ecological Modelling**, v. 90, n. 3, p. 229–244, 1996.

SANTOS, B. V.; DA SILVA, S. G. **Respostas psicofisiológicas entre sujeitos com diferentes níveis de condicionamento durante exercício físico em ritmo autosselecionado**. [s.l.] Universidade do Paraná, 2012.

SCHOENFELD, B.; GRGIC, J. Can Drop Set Training Enhance Muscle Growth? **Strength and Conditioning Journal**, p. 1, 2017.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; KRIEGER, J. W. Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 4, p. 577–585, 2015.

SCOTT, B. R. et al. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687–698, 2016.

SCOTT, T. J. et al. VALIDITY AND RELIABILITY OF THE SESSION-RPE METHOD FOR QUANTIFYING TRAINING IN AUSTRALIAN FOOTBALL: A COMPARISON OF THE CR10 AND CR100 SCALES. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, p. 270–276, 2013.

SIMÃO, R.; POLITO, M.; MONTEIRO, W. Efeito de diferentes intervalos de recuperação em um programa de treinamento de força para indivíduos treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 4, p. 353–356, 2008.

SMIRMAUL, B. DE P. C. et al. Training level does not influence the rating of perceived exertion during an incremental test. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 3, p. 159–163, 2010.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 2, p. 299–323, 2003.

SWEET, T. W. et al. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 796–802, 2004.

TAN, B. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289–304, 1999a.

TAN, B. Variables to Optimize Maximum Strength in Men : A Review. v. 13, n. 3, p. 289–304, 1999b.

APÊNDICE A - TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Resolução nº 466/12 – Conselho Nacional De Saúde

O Sr. _____ está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Validação da Fórmula Pimenta de Quantificação de Carga de Treino”, que tem por objetivo verificar os efeitos de três diferentes protocolos de treinamentos voltados para hipertrofia muscular em diferentes indicadores de hipertrofia em adultos saudáveis. A realização desta pesquisa se justifica pela escassez de trabalhos acerca de treinamentos comumente utilizados em academias sem embasamento e sustentação científica.

Ao início da pesquisa o Sr., será selecionado para compor um dos 3 grupos experimentais que se diferenciam pelo protocolo de treinamento com diferentes modulações das variáveis e exercícios onde se comprometendo em realizar exercícios de membro inferiores apenas no âmbito experimental. Todos os grupos realizarão testes físicos para coleta de informações e avaliação de desempenho.

A pesquisa consiste na aplicação de um trabalho com duração de 7 semanas, sendo a primeira (1ª) semana voltada aos testes motores. Da segunda (2ª) a nona (7ª) semana serão realizadas sessões de treinamento resistido.

Os testes e sessões de treinamento serão realizados nas instalações da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP), no *campus* da Universidade de São Paulo (USP).

Para participar deste trabalho, como integrante de um grupo experimental, o senhor terá que dispor de uma hora e vinte minutos (2:00h) semanais para realização de sessões de treinamento resistido (aquecimento e treinamento com pesos) que serão divididos em dois dias de 60 minutos.

Os critérios para participação desta pesquisa são:

1) Ambos os sexos; 2) possuir idade entre 18 e 30 anos; 3) não estar sob efeito de substâncias que alterem crônica ou agudamente a fisiologia e/ou o desempenho durante o período de treinamento (cigarros, álcool, esteroides, medicamentos, etc.) 4) não participar de atividades físicas, sem o aval do pesquisador durante o período de pesquisa (7 semanas), exceto aquelas propostas nesta pesquisa. 5) não apresentar histórico de lesões ou patologias que impeçam a realização do protocolo experimental ou dos testes. 6) presença em todas as sessões de testes. 7) presença em cem 100% das sessões de treino.

Os dados obtidos no teste físico serão tratados de forma anônima e confidencial, isto é, os dados coletados em suas avaliações, em momento algum, exceto para você, serão relacionados a sua identidade, mesmo após a conclusão da pesquisa. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade será assegurada, uma vez que o nome será substituído de forma aleatória. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados, divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

Sua participação é totalmente voluntária, e não implica em qualquer custo ou despesa. Eventuais despesas relacionadas ao projeto, ou em função dele, serão ressarcidas ao avaliado, quando necessário. A qualquer momento no decorrer do estudo, o Sr. pode desistir de participar da pesquisa, bem como se recusar a participar de qualquer atividade proposta pelos pesquisadores. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador e com a instituição que forneceu o local para realização da pesquisa.

A participação do Sr. neste trabalho consistirá em: 1) frequentar o programa de treinamento respectivo ao grupo ao qual fará parte; 2) participar de todos os testes físicos; 3) manter-se regular com os treinos resistidos. Os resultados dos testes serão guardados por 05 (cinco) anos e destruídos após esse período, de forma que o Sr. poderá a qualquer momento ter acesso aos resultados.

As probabilidades de os protocolos de exercícios gerarem qualquer malefício de qualquer ordem, quando prescritos e controlados de forma correta, são mínimas. Entretanto, durante as sessões existe a possibilidade de haver algum tipo de lesão (ligamentar total ou parcial, distensões musculares e/ou fraturas), assim como qualquer outro programa de treinamento e uma possível dor tardia em resposta ao treino. Para minimizar essa possibilidade o participante será devidamente assistido e orientado durante as sessões de treino, quanto ao procedimento e conduta no local, funcionamento dos equipamentos da academia.

No caso de eventuais danos, ocorridos em razão da pesquisa, o pesquisador se compromete a indenizar o voluntário, arcando com os prejuízos decorrentes do mesmo e quaisquer despesas poderão ser ressarcidas de acordo com as leis vigentes no país.

Os possíveis benefícios relacionados à sua participação estão associados ao aumento dos níveis de força, melhora na composição corporal, podendo ter um aumento na massa magra, aumento do gasto calórico em relação ao estado de repouso e coordenação neuromuscular.

O Sr. receberá uma via deste Termo, assinado e rubricado em todas as páginas pelo Sr. e pelos pesquisadores responsáveis, onde constam os contatos diretos dos pesquisadores e do Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Em caso de eventuais dúvidas, sugestão e/ou problemas, não hesite em entrar em contato com qualquer um destes supracitados.

Desde já agradecemos!

Pesquisador responsável
Prof. Pedro Mingoni Pimenta

Pesquisador responsável
Prof. Dr. Enrico Fuini Puggina

Declaro estar ciente do teor deste TERMO DE CONSENTIMENTO e estou de acordo em participar da pesquisa proposta, sabendo que posso desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do voluntário

RG do voluntário

ANEXO A – Teste pré e reavaliação

a)ANOVA Pré/Pós desconsiderando sexo:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Momento	1	385	385	0.045	0.835
Residuals	10	84812	8481		

Homocedastidade ok; não significativo; não rejeita h_0 (as médias não são diferentes)

b)ANOVA pré/pós homem:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Momento	1	241	241	0.037	0.857
Residuals	4	25931	6483		

Homocedastidade ok; não significativo; não rejeita h_0 (as médias não são diferentes)

c) ANOVA pré/pós mulher:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Momento	1	150.0	150.0	0.657	0.463
Residuals	4	913.3	228.3		

Homocedastidade ok; não significativo; não rejeita h_0 (as médias não são diferentes)

Boxplots dos dados (no outro documento, os boxplots eram do resíduo)

a) Apenas dos momentos

b) Apenas dos sexos

ANEXO B – relatório estatístico

Relatório Técnico

Larissa Ribeiro da Silva

21 de dezembro de 2019

Análise de Regressão

Foram coletadas 24 observações de cada variável e a princípio, seriam usadas 12 para ajuste do modelo e 12 para teste. Entretanto, por ser um número pequeno, aqui usaremos todas as 24 observações e avaliaremos o modelo através da análise de resíduos e pelo coeficiente de determinação.

Note que nossos dados são do tipo contínuo e temos apenas uma variável independente (descanso), de modo que a regressão linear simples torna-se a mais indicada.

Avalização das observações coletadas

Como podemos conferir pelo boxplot abaixo, nenhuma das três variáveis contém outliers; além disso o trimp e trimp tempo sob tensão possuem mediadas bem distantes, por serem calculados de formas diferentes.

Seguem abaixo os gráficos de dispersão entre trimp e descanso e trimp tempo sob tensão e descanso.

Somente com eles, já fica claro que o comportamento entre os diferentes trimps em relação ao descanso não se assemelham. Logo não devemos esperar resultados similares nos ajustes de modelo de regressão.

Descanso

Apesar de o teste de Kolmogorov-Smirnov apontar a não normalidade dos dados através do p-valor, seja para a relação de descanso com trimp tempo sob tensão ou trimp, temos de levar em consideração o baixo número de observações obtidas dado a disponibilidade de participantes durante o experimento. Deste modo, iremos supor a normalidade dos dados e seguir com as análises.

Além disso, para a relação trimp tempo sob tensão e descanso temos uma correlação negativa de -0.59 e para relação trimp e descanso uma correlação positiva de 0.92, ambas conferidas pelos testes de correlação de Pearson.

Para o ajuste dos modelos feitos a seguir, foram usadas as médias de cada observação entre todos os seis participantes para cada variável, como segue o exemplo abaixo.

	medTrimp_temp <dbl>	medTrimp <dbl>	medDesc <dbl>
1	1552	3472	30
2	1728	3648	30
3	1648	5488	60
4	2144	5984	60
5	1184	5024	60
6	2112	5952	60
6 rows			

Modelo 1: Trimp sob tensão e descanso

```
##
## Call:
## lm(formula = medTrimp_temp ~ medDesc, data = medias)
##
## Residuals:
##   Min    1Q  Median    3Q   Max  ## -597.87 -324.19 -28.42 242.71
1098.86
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 1582.5924    150.7600    10.497 4.95e-10***
## medDesc -3.4121    0.9701 -3.517 0.00194 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 438.8 on 22 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.3599, Adjusted R-squared:  0.3308
## F-statistic: 12.37 on 1 and 22 DF,    p-value: 0.001942
```

Acima temos um resumo do modelo linear. As estimativas encontradas para o intercepto e o coeficiente angular (1582.5924 e -3.4121 respectivamente) são significativas, isto é, elas entram na fórmula do modelo. Podemos fazer essa afirmação pois o p-valor (indicado pelos asteriscos) de ambas as estimativas são menores que 0.05. Dessa forma temos a seguinte equação:

$$\text{Trimp. tempo} = 1582.6 - 3.41 * \text{Descanso}$$

Além disso, ele possui coeficiente de determinação de 33,08%, o que significa que esse modelo consegue explicar 33,08% do comportamento do trimp através do descanso.

Análise de resíduos do modelo 1

No gráfico abaixo, temos os valores observados (ponto pretos) e os valores preditos com base no modelo 1 (pontos brancos). Por ele, percebe-se que há uma grande distância entre os valores observados e preditos, além de a reta de regressão (em cinza claro) não se ajustar de maneira satisfatória as observações do experimento.

Abaixo segue o gráfico e o teste de normalidade dos resíduos:

##

Shapiro-Wilk normality test

```
##
## data: residuals (model.trimp.ten)
## W = 0,93026, p-value = 0,09879
```

Pelo gráfico de normalidade (do tipo quantil-quantil da normal) temos normalidade residual, apesar de existirem dois outliers (4 e 8) no limite da banda superior. Esta normalidade é confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk, o qual resultou um p-valor de 0.09, acima de 0.05.

Conclusão para modelo 1

Apesar de satisfazer a normalidade dos resíduos, o modelo 1 é não possui um nível de explicabilidade razoável (coeficiente de determinação abaixo de 50%), logo não é muito adequado para predição do trimp tempo sob tensão em relação do descanso.

Modelo 2: Trimp e descanso

```
##
## Call:
## lm(fórmula = medTrimp ~ medDesc, data = medias)
##
##Residuals:
##      Min        1Q    Median        3Q       max
## -4042,3    -1212,8   -143,8     1537,1   3417,7
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 1383.062      680.009   2.034   0.0542.
## medDesc    50.664        4.376  11.578 7.88e-11 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 1979 on 22 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.859, Adjusted R-squared:  0.8526 ## F-statistic:
134.1 on 1 and 22 DF, p-value: 7.878e-11
```

Diferentemente do modelo anterior, aqui a estimativa para o intercepto não é significativa de acordo com o p-valor, desse modo temos:

$$\text{T rimp. tempo} = 50.66 * \text{Descanso}$$

O fato do modelo não possuir intercepto neste caso significa que, caso não haja tempo de descanso, “Training Impulse” é nulo. Para o modelo 2 o coeficiente de determinação é de 85.26%, ou seja, eles possuem um poder de explicação do comportamento do trimp através do descanso muito maior que o primeiro modelo.

Análise de resíduos do modelo 2

Segue abaixo o gráfico de dispersão dos valores observados e valores preditos. Assim como no gráfico do modelo anterior, os pontos pretos representam os valores observados e os pontos brancos os valores preditos, os quais se aproximam da reta de regressão em cinza claro. Veja que o comportamento deste modelo é claramente linear com crescimento positivo e as observações estão próximas aos valores preditos pelo modelo.

Abaixo segue o gráfico e o teste de normalidade dos resíduos.

Pelo gráfico de normalidade quantil-quantil temos dois outliers (11 e 23) um no limite da reta e outro no limite da banda inferior, os pontos em geral se ajustam bem a reta de normalidade, o que é um ótimo indicativo. A normalidade residual do modelo é confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk com p-valor 0.89.

Conclusão para modelo 2

Esse modelo explica de maneira adequada a relação entre trimp e descanso, possui alto coeficiente de determinação e a normalidade de seus resíduos está bem definida, de modo que pode ser usado para predição.

ANEXO C – correlações

Correlações														
		²TRIMP	Volume	Intensidade	¹TRIMP	Carga¹	Carga²	Carga³	Cadência	Descanso	Segunda	Terceira	Quarta	Primeira
TRIMP²	Pearson Correlation	1	,603**	-,530**	-,318**	,532**	,117	,373**	-,097	-,452**	-,279**	,621**	-,052	,631**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,161	,000	,246	,000	,001	,000	,538	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Volume	Pearson Correlation	,603**	1	-,786**	-,654**	,790**	,398**	,621**	-,702**	-,707**	-,789**	,475**	-,528**	,389**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Intensidade	Pearson Correlation	-,530**	-,786**	1	,757**	-1,000**	-,647**	-,924**	,594**	,862**	,788**	-,820**	,566**	-,743**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
TRIMP¹	Pearson Correlation	-,318**	-,654**	,757**	1	-,762**	-,604**	-,719**	,591**	,910**	,717**	-,621**	,757**	-,498**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Carga¹	Pearson Correlation	,532**	,790**	-1,000**	-,762**	1	,648**	,924**	-,600**	-,867**	-,794**	,819**	-,569**	,742**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Carga²	Pearson Correlation	,117	,398**	-,647**	-,604**	,648**	1	,771**	-,391**	-,563**	-,516**	,530**	-,369**	,480**
	Sig. (2-tailed)	,161	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Carga³	Pearson Correlation	,373**	,621**	-,924**	-,719**	,924**	,771**	1	-,557**	-,803**	-,735**	,757**	-,526**	,685**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Cadência	Pearson Correlation	-,097	-,702**	,594**	,591**	-,600**	-,391**	-,557**	1	,604**	,956**	-,129	,778**	,017

Descanso	Sig. (2-tailed)	,246	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,123	,000	,840
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Pearson Correlation	-,452**	-,707**	,862**	,910**	-,867**	-,563**	-,803**	,604**	1	,765**	-,740**	,769**	-,619**
Segunda	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Pearson Correlation	-,279**	-,789**	,788**	,717**	-,794**	-,516**	-,735**	,956**	,765**	1	-,412**	,783**	-,276**
Terceira	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,000	,000	,001
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Pearson Correlation	,621**	,475**	-,820**	-,621**	,819**	,530**	,757**	-,129	-,740**	-,412**	1	-,290**	,983**
Quarta	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,123	,000	,000		,000	,000
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Pearson Correlation	-,052	-,528**	,566**	,757**	-,569**	-,369**	-,526**	,778**	,769**	,783**	-,290**	1	-,111
Primeira	Sig. (2-tailed)	,538	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000		,186
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
	Pearson Correlation	,631**	,389**	-,743**	-,498**	,742**	,480**	,685**	,017	-,619**	-,276**	,983**	-,111	1
Primeira	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,840	,000	,001	,000	,186	
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).