

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO**

Periodização Linear vs Periodização Ondulatória: efeitos na força e hipertrofia muscular em homens treinados

Moisés Diego Germano

2019

**TESE DE DOUTORADO**  
Moisés Diego Germano

**Periodização Linear vs Periodização  
Ondulatória: efeitos na força e hipertrofia  
muscular em homens treinados.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Doutor em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

PIRACICABA  
2019

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito - CRB-8/9128.

G373p	Germano, Moisés Diego Periodização Linear vs Periodização Ondulatória : efeitos na força e hipertrofia muscular em homens treinados / Moisés Diego Germano. – 2019. 112 f. : il. ; 30 cm  Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes. Tese (Doutorado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2019.  1. Treinamento de Força. 2. Exercício Físico. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Título.
	CDU – 796

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Brasil.**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, **CARLOS DONIZETE GERMANO** e **MARTA COSTA GERMANO**, simplesmente por abdicarem de seus sonhos para que eu vivesse os meus.

## **AGRADECIMENTOS**

À **DEUS**, pelo auxílio nas minhas escolhas, por me confortar nas horas difíceis, por diariamente preencher meu coração de esperança, força, paciência, e principalmente, por me levantar nas incontáveis vezes que caí.

À **FAMÍLIA**, por todo carinho, amor e apoio incondicional, em especial meus pais, exemplos de honestidade, caráter e dedicação. Obrigado por me lembrar tantas vezes que eu sempre teria para onde voltar. Mãe e Pai, amo muito vocês!

A todos os meus **ALUNOS** e hoje amigos que fizeram parte deste estudo, como voluntários ou como colaboradores das coletas. Sem vocês eu não conseguiria! **MUITO OBRIGADO**. Agradecimento especial a **ANA GEISA NUNES**, que colaborou neste projeto do início ao fim. Ana, por meio da sua força, seu companheirismo, do carinho com o trabalho e de suas palavras de incentivo, eu consegui chegar até aqui. **OBRIGADO!**

A todos os meus amigos de laboratório. Aprendi muito com vocês. Agradeço especialmente ao **FELIPE** e **TIAGO**, pela enorme parceria ao longo de todo o processo, pelos “*brain storm*”, pelas risadas, pelos finais de semana de pós-graduação, mas sobretudo, pelo enriquecimento intelectual que compartilhamos neste período. Vocês foram fundamentais na minha formação. Tenho certeza que teremos bons frutos futuramente com nossos trabalhos.

Ao **PROFESSOR DR. CHARLES RICARDO LOPES**, primeiramente por me aceitar como seu aluno desde o mestrado e até aqui, no doutorado. Agradeço

pelos incontáveis conhecimentos transmitidos, por iluminar os caminhos certos a percorrer, pelas várias oportunidades que me deu desde o mestrado, por acreditar em minha capacidade acadêmica, pelo exemplo de profundo respeito à ciência e de compromisso irrestrito com a verdade. Pelas discussões do trabalho, pela paciência, e por toda dedicação e tempo despendido em minha formação ao longo de seis anos. Obrigado Professor Charles pela constante generosidade na transmissão dos seus conhecimentos. Minha sincera **GRATIDÃO.**

Aos demais PROFESSORES do curso, **OBRIGADO!**

À **UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA** e **TODOS OS SEUS FUNCIONÁRIOS**, por toda gentileza e estrutura oferecida para minha formação.

À **SAÚDE**, que me leva em frente até então.

Moisés Diego Germano

## **EPÍGRAFE**

“Que desgraça é para o homem envelhecer sem nunca ver a beleza  
e a força do que o seu corpo é capaz”.

(Sócrates, 399 a.C)

## RESUMO

A periodização do treinamento de força (TF) representa uma estratégia eficiente de treinamento, pois permite melhor organização e disposição das cargas de treinamento. A periodização do TF consiste na alteração de variáveis específicas, como volume, intensidade e frequência de treinamento, sendo os dois modelos mais conhecidos: periodização linear e ondulatória. No entanto, a literatura apresenta estudos não equalizados nas cargas de treinamento, com amostras constituídas por sujeitos inexperientes e ferramentas limitadas para análise da hipertrofia muscular. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos da periodização linear vs periodização ondulatória nas respostas morfológicas e de performance em homens treinados. A amostra foi composta por 17 homens hígidos (idade:  $25,4 \pm 3,9$  anos; estatura:  $176 \pm 5,8$  cm; massa corporal total:  $82,2 \pm 11,2$  kg; 1RM supino reto:  $103,6 \pm 23,1$  kg; força máxima relativa:  $1,3 \pm 0,2$  kgf/kg<sup>-1</sup>; experiência no TF:  $53,1 \pm 38,4$  meses). Os sujeitos foram pareados de acordo com os níveis de força máxima basal e então distribuídos de maneira aleatória em um dos grupos experimentais. A periodização linear foi composta por três semanas de treinamento com 3 x 15RM, três semanas de treinamento com 3 x 10RM, e três semanas de treinamento com 3 x 5RM. Por outro lado, na periodização ondulatória foi realizada uma sessão de 3 x 5RM, uma sessão de 3 x 15RM e a última sessão de 3 x 10RM em todas as semanas de treinamento. A intervenção teve duração de 9 semanas e foram realizadas 27 sessões em cada modelo de periodização. Nos momentos pré e pós-intervenção as seguintes avaliações foram realizadas: teste de uma repetição máxima (1RM) e teste de 60% de 1RM (60%1RM) no exercício supino reto, análise da espessura muscular dos músculos peitoral maior e bíceps braquial. Ambos os grupos apresentaram incrementos significantes no teste de 1RM no supino reto (linear  $p=0,001$ ; ondulatória  $p=0,001$ ), no teste de 1RM no supino reto relativizado pela massa corporal (linear  $p=0,001$ ; ondulatória  $p=0,004$ ), e no teste de 60%1RM (kgf) (linear  $p=0,002$ ; ondulatória  $p=0,001$ ). Com relação a espessura muscular, ambos os grupos apresentaram incrementos significantes no peitoral maior (linear  $p=0,001$ ; ondulatória  $p=0,001$ ) e no bíceps braquial (linear  $p=0,001$ ; ondulatória  $p=0,001$ ). Não foram observadas diferenças entre grupos em nenhuma das variáveis de força (1RM, 60%1RM) e espessura muscular. Ambos os grupos apresentaram similares valores totais para carga externa treinamento (CET) ( $\neq 21952,2$  kgf,  $\Delta\% = 9,6\%$ ,  $d = -0,47$ ). Quando observado individualmente, um alto percentual de ganhos ocorreu para ambos os modelos de periodização, tanto para força quanto hipertrofia muscular. Contudo, a periodização ondulatória apresentou maiores ganhos para a força máxima. Portanto, ambos os modelos de periodização são efetivos para gerar aumento da força e hipertrofia muscular, mas a periodização ondulatória parece induzir maiores efeitos na força máxima.

Palavras-chave: carga externa de treinamento, carga interna de treinamento, morfologia muscular, desempenho neuromuscular.

## ABSTRACT

The periodization of strength training (TF) represents an efficient training strategy, since it allows better organization and arrangement of training loads. The periodization of TF consists in the alteration of specific variables, such as volume, intensity and frequency of training, the two models being better known: linear and undulating periodization. However, the literature presents unequalized studies in training loads, with samples consisting of inexperienced subjects and limited tools for analysis of muscle hypertrophy. Therefore, the objective of the present study was to compare the effects of linear periodization vs. undulating periodization on morphological, psychophysiological and performance responses in trained men. The sample consisted of 17 healthy men (age:  $25.4 \pm 3.9$  years, height:  $176 \pm 5.8$  cm, total body mass:  $82.2 \pm 11.2$  kg, 1RM bench press:  $103.6 \pm 23.1$  kg, relative maximum strength:  $1.3 \pm 0.2$  kgf/kg<sup>-1</sup>, TF experience:  $53.1 \pm 38.4$  months). The subjects were matched according to basal maximal strength levels and then randomly distributed in one of the experimental groups. The linear periodization consisted of three weeks of training with 3 x 15RM, three weeks of training with 3 x 10RM, and three weeks of training with 3 x 5RM. On the other hand, in the undulating periodization, was performed one session with 3 x 5RM, one session with 3 x 15RM and one session with 3 x 10RM in all training weeks. The intervention lasted 9 weeks and 27 sessions per periodization model were performed. In the pre- and post-intervention moments, the following evaluations were performed: one repetition maximal test (1RM) and 60% 1RM test (60% 1RM) in the bench press exercise and muscle thickness of pectoralis major muscles and biceps brachii. Both groups presented significant increases in the 1RM test in the bench press test (linear  $p = 0.001$ , undulating  $p = 0.001$ ), in the 1RM test in the bench press relativized by body mass (linear  $p = 0.001$ , undulating  $p = 0.004$ ), and in the test of 60% 1RM (kgf) (linear  $p = 0.002$ , undulating  $p = 0.001$ ). In relation to muscle thickness, both groups presented significant increases in the pectoralis major (linear  $p = 0.001$ , undulating  $p = 0.001$ ) and in the brachial biceps (linear  $p = 0.001$ , undulating  $p = 0.001$ ). There were no differences between groups in any of the strength (1RM, 60% 1RM) and muscle thickness variables. Both groups presented similar total values for external load (CET). When observed individually, a high percentage of responsiveness occurred for both models of periodization, both for strength and muscular hypertrophy. However, the undulating periodization presented greater responsiveness to the muscle strength gains. Therefore, both models of periodization are effective to increase muscle strength and hypertrophy, but the undulating periodization seems to induce greater effects on muscle strength.

Key words: external training load, internal training load, muscle morphology, neuromuscular performance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Fluxograma do desenho experimental.....	50
<b>Figura 2.</b>	Periodizações propostas e distribuição semanal.....	53
<b>Figura 3.</b>	Teste de 1RM no supino reto.....	56
<b>Figura 4.</b>	Marcações no segmento do braço.....	57
<b>Figura 5.</b>	Marcação e região de análise do peitoral maior.....	58
<b>Figura 6.</b>	Exemplo de análise da EM do peitoral maior de um dos sujeitos no momento pré-protocolo de treinamento.....	59
<b>Figura 7.</b>	Análise individual das respostas de força máxima e espessura muscular para a periodização linear e ondulatória.....	69
<b>Figura 8.</b>	CTL semanal.....	71
<b>Figura 9.</b>	CTL coeficiente de variação percentual.....	72
<b>Figura 10.</b>	CTL total.....	73
<b>Figura 11.</b>	Tamanho do efeito na relação grupo x tempo.....	74

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características dos principais estudos que compararam as periodizações linear e ondulatória para a força muscular.....	34
<b>Tabela 2.</b> Características dos principais estudos que compararam as periodizações linear e ondulatória para a espessura muscular.....	43
<b>Tabela 3.</b> Relação dos valores do tamanho do efeito de Cohen com a mudança/múltiplo da mínima diferença detectável (xMDD) utilizada neste estudo.....	62
<b>Tabela 4.</b> Características dos sujeitos do estudo.....	63
<b>Tabela 5.</b> Estimativa da ingesta de macronutrientes das periodizações linear e ondulatória ao longo do estudo.....	64
<b>Tabela 6.</b> Comportamento da força máxima, resistência de força e espessura muscular dos momentos pré e pós 9 semanas de intervenção.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS

TF – Treinamento de força

CTL – Carga total levantada

CTL<sub>SESSÃO</sub> – Carga total levantada da sessão de treinamento

CTL<sub>3 x 5RM</sub> – Carga total levantada das sessões de 3 x 5RM

CTL<sub>3 x 10RM</sub> – Carga total levantada das sessões de 3 x 10RM

CTL<sub>3 x 15RM</sub> – Carga total levantada das sessões de 3 x 15RM

CTL<sub>SEMANAL</sub> – Carga total levantada na semana de treinamento

CTL<sub>TOTAL</sub> – Carga total levantada nas 9 semanas de treinamento

CTL<sub>kgf/s<sup>-1</sup></sub> – Carga total levantada relativizada por unidade de tempo

CTL<sub>CV%</sub> – Carga total levantada observada pelo coeficiente de variação percentual

CET – Carga externa de treinamento

CV – Coeficiente de variação

CV% - Coeficiente de variação percentual

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

ACSM – *American College of Sports Medicine*

NSCA – *National Strength and Conditioning Association*

RM – Repetição máxima

1RM – Teste de uma repetição máxima

1RM<sub>SUP</sub> – Teste de uma repetição máxima no exercício supino reto

60% 1RM – Teste de 60% de uma repetição máxima no exercício supino reto

Rep – Repetições

EM – Espessura muscular

EM<sub>PE</sub> – Espessura muscular do peitoral maior

EM<sub>BB</sub> – Espessura muscular do bíceps braquial

MCV – Máxima contração voluntária

IC – Intervalo de confiança

PAR-Q – *Physical Activity Readiness Questionnaire*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

RIR – *Repetitions in Reserve*

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

TE – Tamanho do efeito

ETM – Erro típico da medida

bpm – batimentos por minuto

DP – Desvio padrão

ANOVA – Análise de variância

## LISTA DE SÍMBOLOS

kg – quilogramas

kgf – quilograma força

kgf/kg<sup>-1</sup> – quilograma força de sobrecarga externa por quilograma de massa corporal

% – percentual

± – mais ou menos

cm – centímetros

h – Horas

*d* – Tamanho do efeito

MHz – Mega hertz

mm – milímetros

U.A – unidades arbitrárias

< – menor

> – maior

\* – asterisco

# - *Hashtag*

*p* – significância

Δ% - Delta percentual

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Periodização do TF</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Periodização linear vs Periodização ondulatória: efeitos na força muscular</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>Periodização linear vs Periodização ondulatória: efeitos na hipertrofia muscular</b> .....	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS GERAIS</b> .....	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>AMOSTRAGEM</b> .....	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>RECRUTAMENTO E ADESÃO AO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>PROCEDIMENTOS</b> .....	<b>50</b>
<b>4.5</b>	<b>Periodização Linear e Ondulatória</b> .....	<b>51</b>
<b>4.6</b>	<b>Descrição das avaliações</b> .....	<b>54</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Inquérito Nutricional</b> .....	<b>54</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Teste de uma repetição máxima (1RM)</b> .....	<b>54</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Teste de 60% de 1RM (60%1RM)</b> .....	<b>55</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Monitoramento da carga externa (CET)</b> .....	<b>56</b>
<b>4.6.5</b>	<b>Avaliação da Espessura Muscular</b> .....	<b>56</b>
<b>4.7</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>Valores basais</b> .....	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>Inquérito Nutricional</b> .....	<b>64</b>
<b>5.3</b>	<b>1RM Supino Reto (Força máxima absoluta)</b> .....	<b>65</b>
<b>5.4</b>	<b>1RM Supino Reto kgf/kg (Força máxima relativa)</b> .....	<b>65</b>
<b>5.5</b>	<b>60% 1RM Supino Reto (repetições – Resistência de força)</b> .....	<b>65</b>
<b>5.6</b>	<b>60% 1RM Supino Reto (kgf) (Resistência de força absoluta)</b> .....	<b>66</b>
<b>5.7</b>	<b>60% 1RM Supino Reto kgf/seg (Resistência de força relativa)</b> .....	<b>66</b>
<b>5.8</b>	<b>Espessura Muscular (EM) Peitoral</b> .....	<b>66</b>

<b>5.9</b>	<b>Espessura Muscular (EM) Bíceps</b> .....	<b>67</b>
<b>5.10</b>	<b>Carga Total Levantada (CTL)</b> .....	<b>69</b>
<b>5.11</b>	<b>Carga Total Levantada – Coeficiente de Variação (CTL<sub>CV%</sub>)</b> .....	<b>71</b>
<b>5.12</b>	<b>CTL TOTAL</b> .....	<b>72</b>
<b>5.13</b>	<b>Tamanho do efeito (TE) grupo x tempo</b> .....	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>LIMITAÇÕES DO ESTUDO</b> .....	<b>88</b>
<b>8</b>	<b>APLICAÇÕES PRÁTICAS</b> .....	<b>90</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>92</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>102</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há décadas, profissionais da prescrição e pesquisadores do treinamento de força (TF) têm buscado encontrar métodos e montagens mais eficientes no desenvolvimento da força, resistência de força e hipertrofia muscular (Pollock et al., 1998) para diferentes populações (Skelton et al., 1995; Kraemer; Ratamess; French, 2002; Ratamess et al., 2009; McGuigan et al., 2009).

Essas respostas neuromusculares e morfológicas decorrentes do TF são dependentes diretamente da manipulação das variáveis do treinamento, como volume e intensidade (Jenkins et al., 2015), as pausas (De Salles et al., 2009), a frequência semanal (Brigatto et al., 2018; Zaroni et al., 2018; Damas et al., 2018), a velocidade de execução, a ordem dos exercícios e a amplitude do movimento (Farthing; Chilibeck, 2003).

Contudo, embora exista sugestões gerais baseadas em evidências para construção de um protocolo de treinamento para hipertrofia e aumento da força muscular, é possível que periodizar seja vantajoso em detrimento a montagens não periodizadas (Rhea et al., 2002a; Miranda et al., 2011; Simão et al., 2012; Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017a), em virtude da sistematização, estruturação e sequência da disposição das cargas de treinamento (Haff; Triplett, 2016). Na metodologia do treinamento, a periodização representa papel científico determinante, pois permite que diversas adaptações fisiológicas específicas sejam maximizadas, e o potencial para redução da performance e/ou *overtraining* seja minimizado (Issurin, 2010).

Conceitualmente, a periodização do treinamento parece estar pautada na síndrome de adaptação geral de Selye (Selye, 1974; Rhea et al., 2002a), que teoriza sobre o processo de adaptação frente ao estresse, no caso do TF,

representado por estímulos neuromusculares decorrentes das cargas de treinamento. Neste sentido, a periodização permite potencializar o princípio da sobrecarga, isto é, períodos de estresse neuromuscular seguidos por períodos de incremento da força (Naclerio; Moody; Chapman, 2013; Lopes et al., 2014), e/ou períodos de síntese proteica muscular que excede a degradação de proteína muscular decorrente do estresse mecânico e metabólico da sessão de TF (Damas; Libardi; Ugrinowitsch, 2018).

No entanto, esses períodos de estresse vs adaptação neuromuscular são dependentes de como e quando ocorrem variações no volume e na intensidade de treinamento. Portanto, compreender diferentes estratégias de variações (periodização) pode evitar a estagnação dos ganhos de força e hipertrofia muscular. Basicamente, o que se manipula em sessões de TF é a carga externa de treinamento (CET), representada pelo volume de trabalho muscular, em estruturas como sessões, microciclos (~7 dias), mesociclos (~4 semanas) e macrociclos ( $\geq 9$  semanas) (Naclerio; Moody; Chapman, 2013). A partir dessa manipulação, diferentes níveis de recrutamento muscular, demanda energética, e síntese proteica podem ser obtidos ao longo do programa periodizado de TF.

Na literatura do treinamento esportivo, as adaptações obtidas ao longo de um programa de treinamento periodizado são consequências da CET (Jones; Griffiths; Mellalieu, 2017). Portanto, é possível que sujeitos não atletas, mas bem treinados e experientes no TF possam ser responsivos a cargas fisiológicas (objetivas) impostas pelo programa periodizado de treinamento.

Pensando nisto, e partindo do pressuposto que um modelo de periodização pode gerar respostas diferentes na individualidade dos sujeitos (Mann; Lamberts; Lambert, 2014), é plausível discutir a teoria e os principais

modelos de periodização do TF (Kiely, 2012). Destarte, a completa compreensão científica sobre seus efeitos fisiológicos e morfológicos parece ser extremamente importante para interpretar, quantificar e, sobretudo, progredir com as cargas de treinamento.

Os dois modelos de periodização do TF mais comuns referenciados na literatura são: Periodização Linear e Periodização Ondulatória. O modelo linear envolve separações dos períodos de treinamento em microciclos (semanal), mesociclos (mensal) e macrociclo (meses). A característica principal deste modelo é uma fase inicial composta por alto volume e baixa intensidade de treinamento, com incremento gradual da intensidade e diminuição do volume ao longo do programa periodizado (Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017a). Adicionalmente, este modelo apresenta maior tempo de permanência sob o mesmo volume e intensidade de treinamento. Por outro lado, o modelo ondulatório, previamente descrito por Poliquin (1988), apresenta variações mais frequentes nas cargas de treinamento, isto é, variações diárias, semanais e bissemanais no volume e intensidade (Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017a). Tem sido especulado, que essas variações em curto período de tempo podem induzir maiores níveis de estresse, e, subsequentemente maiores adaptações neuromusculares (Rhea et al., 2002a).

Harries, Lubans e Callister (2015) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre a comparação desses dois modelos de periodização na força muscular. Dos 17 estudos que atenderam os critérios de inclusão, 16 estudos apresentaram incrementos significantes na força muscular para ambos os modelos de periodização, sendo que 12 destes estudos não encontraram vantagem de um modelo sobre outro. Três estudos encontraram diferença

significante favorecendo a periodização ondulatória, e dois estudos encontraram diferença significativa favorecendo a periodização linear.

O referido grupo de autores destacam que a maioria dos estudos elencados apresenta uma lacuna relacionada a utilização de sujeitos sedentários e/ou com limitada experiência no TF. Diante disto, esta observação em sujeitos pouco experientes pode representar uma falsa interpretação dos efeitos da periodização, visto que esta população apresenta enorme responsividade ao aprendizado decorrente do treinamento. Há, portanto, uma escassez de observações destes modelos de periodização com amostras bem treinadas e experientes.

Este é o primeiro argumento relevante para a realização deste estudo, isto é, submeter sujeitos experientes e com altos níveis de força a modelos periodizados pode fornecer substanciais conhecimentos sobre os efeitos da disposição da CET na resposta neuromuscular. Adicionalmente, o monitoramento da força muscular é observado até então na literatura, apenas nos momentos antes e após o programa de periodização, ou com intervalos relativamente grandes entre mensurações (Rhea et al., 2002a; Hartmann et al., 2009; Monteiro et al., 2009; Miranda et al., 2011; Simão et al., 2012; Zourdos et al., 2016; Colquhoun et al., 2017). O presente estudo se propõe também a observar o comportamento da força muscular a cada sessão de treinamento, especialmente porque os modelos propostos possuem distintos períodos de variações da CET, e, com isso, a magnitude das respostas fisiológicas dos grupos e individuais podem ser diferentes.

No tocante à hipertrofia muscular, recentemente, Grgic et al. (2017a) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para comparar os efeitos de

programas de periodização linear e ondulatória. Foram 13 estudos incluídos, e o principal achado foi a similaridade na resposta hipertrófica quando equalizado o volume de treinamento das periodizações. Cinco estudos usaram medidas diretas para análise da hipertrofia muscular e 8 estudos utilizaram medidas indiretas.

No entanto, 12 destes estudos foram conduzidos com populações não treinadas, com pouca ou nenhuma experiência em programas de TF. Somente um estudo (Monteiro et al., 2009) compararam os efeitos dos modelos de periodização em indivíduos treinados. Contudo, a avaliação muscular ocorreu por meio de medida duplamente indireta, o que permite apenas arguir sobre composição corporal. Baseado nestas lacunas e limitações de prévios trabalhos, o segundo argumento relevante para realização deste estudo é, além da necessidade de utilizar amostras treinadas e experientes, verificar a espessura muscular por meio de ferramentas diretas e com maior sensibilidade para observação muscular.

Em resumo, a similaridade dos resultados para a força e hipertrofia muscular entre as periodizações linear e ondulatória observada na maioria dos estudos até o momento pode ser atribuída a equalização do volume e intensidade, de modo que não há evidências para concluir que um tipo de periodização seja superior ao outro, independente da disposição e variabilidade das cargas de treinamento (Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017a). Contudo, além dos argumentos supramencionados sobre as lacunas nas amostras e ferramentas para análise da espessura muscular, a literatura apresenta evidências robustas que as respostas fisiológicas decorrentes da CET possuem grande variabilidade individual. Portanto, é possível que exista sujeitos

responsivos e sujeitos não responsivos, dependendo de vários fatores como genética, hereditariedade, fenótipo anterior ao treinamento, magnitude da homeostase imposta decorrente do estresse da sessão de treinamento, estado de recuperação e nutricional (Kiely, 2012; Mann; Lamberts; Lambert, 2014).

Portanto, o presente estudo verificará não somente os resultados dos grupos, mas também as respostas individualizadas dos sujeitos analisados. De acordo com Hopkins (2015), a observação das respostas individuais é um dos mais importantes procedimentos experimentais, e por isto, este é o terceiro argumento relevante para a realização deste estudo, inclusive, pautado no tratamento realizado por vários autores (Borresen; Lambert, 2009; Kiely, 2012; Mann; Lamberts; Lambert, 2014; Buchheit, 2016). Entretanto, mesmo já tendo sido descrito tais análises na literatura, ainda é raro estudos publicados com quantificações das respostas individuais, pois poucos autores reconhecem que as respostas obtidas pelo grupo podem não se aplicar rigorosamente a cada sujeito deste grupo, mesmo quando submetidos às mesmas condições experimentais (Mann; Lamberts; Lambert, 2014).

Finalmente, até o presente momento, a literatura apresenta lacunas nos trabalhos prévios que compararam estes modelos de periodização, ou seja, lacunas relacionadas as amostras escolhidas, as ferramentas utilizadas para análise da espessura muscular, o potencial da equalização da CET, e conseqüentemente, os efeitos fisiológicos decorrentes do estresse imposto, e por fim, as respostas individuais frente aos modelos de periodização.

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que investigou os efeitos da periodização linear vs periodização ondulatória diária equalizadas no desenvolvimento da força máxima, resistência de força e espessura muscular

(com ferramenta direta) em sujeitos com elevados níveis de força prévios. Adicionalmente, este é o primeiro estudo que monitorou o comportamento da CET em uma periodização linear e ondulatória com esta amostra. Devido a equalização do volume de treinamento, a hipótese inicial é que as cargas de treinamento sejam similares entre as periodizações, e, conseqüentemente, similares ganhos de força, resistência de força e espessura muscular. No entanto, as respostas individuais apresentarão diferentes magnitudes de responsividade entre sujeitos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Periodização do TF

O *ACSM* recomenda que o TF seja periodizado, de modo a permitir momentos de recuperação entre sessões e prevenir lesões ou estresse de ordem física e psicológica (Ratamess et al., 2009). A periodização do TF foi proposta inicialmente para competidores de levantamento de peso e posteriormente para atletas de outras modalidades esportivas. No entanto, foi popularizada na Rússia por Matveev e subsequentemente implantada nos Estados Unidos por Stone; O'Bryant; Garhammer (1981).

O princípio geral da periodização do TF para maximizar desempenho, ganhos de força, hipertrofia e prevenir intercorrências físicas e psicológicas consiste na alteração de variáveis específicas do treinamento, como volume, intensidade e frequência de treinamento (Fry et al., 1994). No entanto, existe pelo menos três diferentes programas de treinamento comumente utilizados para alcançar essas adaptações: periodização linear, periodização ondulatória e montagens tradicionais não periodizadas (Mattocks et al., 2016).

A periodização linear consiste em períodos ou ciclos, isto é, macrociclos (9 a 12 meses), mesociclos (3 a 4 meses) e microciclos (1-4 semanas). A literatura tem apresentado que a periodização linear permite uma relação proporcional e de causalidade entre as alterações graduais do volume e intensidade com o aumento gradual da força, resistência de força e aumento da massa muscular (Grgic et al., 2017a). Contudo, nos dias atuais, a montagem do modelo linear seguindo essa padronização pode apresentar baixa reprodutibilidade prática, visto que macrociclos com períodos superiores a 4

meses parece não estar adequado à realidade de equipes esportivas e de praticantes do TF (Rhea et al., 2002).

Por outro lado, a periodização ondulatória é caracterizada por alterações mais frequentes (diárias ou semanais) no volume e intensidade. Diante disso, a literatura preconiza que a periodização ondulatória contém maior variabilidade das cargas de treinamento, e, com isso, diminui o potencial para estagnação das respostas neuromusculares e morfológicas, como a força e a hipertrofia muscular, respectivamente (Mattocks et al., 2016).

Por fim, o modelo não periodizado consiste em progressão da intensidade a partir do momento em que o sujeito aumenta a força, mas com manutenção do volume de séries e repetições (Monteiro et al., 2009). A partir dessas diferentes características, diversos estudos objetivaram comparar esses modelos para o aumento da força, resistência de força e hipertrofia muscular (Monteiro et al., 2009; Prestes et al., 2009; Miranda et al., 2011; Schoenfeld et al., 2016a; Mattocks et al., 2016).

Fink et al., (2016) submeteu 21 atletas de ginástica não familiarizados com o TF a três programas de treinamento, sendo 3 sessões por semana ao longo de 8 semanas. Um grupo denominado de alta carga, realizou 3 x 80% 1RM, por outro lado, um grupo denominado de baixa carga realizou 3 x 30% de 1RM (esses modelos podem ser considerados não periodizados), e por fim, um grupo com característica ondulatória, denominado grupo mixado, realizou esses mesmos volumes e intensidades alternando entre eles a cada duas semanas de treinamento, iniciando pela intensidade de 80% 1RM. Os resultados apresentaram que os três programas de treinamento alcançaram hipertrofia

muscular de membros superiores na mesma magnitude, no entanto, os ganhos de força ocorreram apenas no grupo de alta intensidade (80% 1RM).

Embora o estudo tenha utilizado uma ferramenta de alta sensibilidade para análise da hipertrofia muscular, a amostra escolhida é considerada inexperiente no TF, e, adicionalmente, a relação dose e resposta das cargas de treinamento impostas por esses três programas podem conter potenciais problemas no tocante as respostas hipertróficas, conforme destaca recente discussão realizada por Dankel et al., (2017a). O número de repetições realizadas é diferente entre os programas propostos, e embora tenham sido realizadas até a exaustão, é possível que não tenha sido padronizada a equalização, especialmente quando observado a quantidade de sessões realizadas com distintos volumes para cada programa de treinamento.

Por outro lado, Schoenfeld et al., (2016a) compararam os efeitos de um programa não periodizado e um programa com variações nas cargas de treinamento (ondulatório) em sujeitos treinados. O programa não periodizado consistiu de 3 x 8 a 12RM, ao passo que o programa ondulatório consistiu em uma sessão com 2 a 4RM, uma sessão com 8 a 12RM e uma sessão com 20 a 30RM em dias não consecutivos ao longo de 8 semanas. Os resultados não apresentaram diferenças significantes para o incremento da força e da espessura muscular entre modelo não periodizado e ondulatório. No entanto, os valores do tamanho do efeito (TE) foram mais pronunciados para o grupo ondulatório na espessura muscular de membros superiores.

Mattocks et al. (2016) compararam por meio de uma revisão não sistemática os modelos de periodização linear, ondulatório e não periodizado. Os autores não encontraram na literatura estudos que mostrassem

superioridade dos modelos linear e ondulatório em detrimento ao não periodizado para a hipertrofia muscular, e, adicionalmente, resultados conflitantes entre as comparações e modelos de periodização para o aumento da força muscular. Com isso, os autores concluem que o uso de um modelo de periodização parece ser vantajoso especificamente para atletas de modalidades esportivas, mas para sujeitos não atletas que objetivam incremento da força e hipertrofia muscular não há evidências que suportam vantagem para se periodizar.

No entanto, os dez estudos elencados nessa revisão não sistemática (Mattocks et al., 2016), apresentam amostras compostas por sujeitos iniciantes, recreacionalmente ativos, adolescentes (colegial) e sujeitos que se abstiveram de programas de treinamento pelo menos 6 meses antes do experimento (sedentários). Em adição, os desenhos experimentais não apresentam equalização do volume e da intensidade entre os modelos de periodização e não periodizado, e a principal ferramenta para verificação do conteúdo muscular e composição corporal foi por meio de dobras cutâneas e pesagem na água, respectivamente.

A partir disso, se torna evidente as dificuldades para interpretar os possíveis efeitos decorrentes da periodização. Mais recentemente, Grgic et al. (2017b) realizaram uma revisão sistemática para comparar modelos de periodização linear, ondulatório e não periodizado na hipertrofia muscular, e os resultados corroboram com a revisão não sistemática de Mattocks et al. (2016). Foram elencados 12 estudos compreendendo um total de 31 grupos de intervenção. Os resultados sugerem que a utilização de abordagens periodizadas e não periodizadas apresentam resultados similares para a

hipertrofia muscular, não havendo vantagem dos modelos periodizados sobre os não periodizados. No entanto, os estudos elencados apresentam várias limitações metodológicas, por exemplo, quase todos os estudos envolveram sujeitos destreinados e com sobrepeso.

Nesse sentido, avaliar a influência de um modelo de periodização na hipertrofia muscular para sujeitos destreinados parece ser desnecessário, pois essa população possui enorme responsividade ao treinamento mesmo quando não periodizado. Além disso, apenas três estudos elencados utilizaram medidas diretas para avaliação da hipertrofia muscular (ultrassom e ressonância magnética) (Souza et al., 2014; Fink et al., 2016; Schoenfeld et al., 2016a), e nenhum trabalho apresenta real equalização do volume de séries, repetições e sessões entre os modelos propostos.

Portanto, fica evidente a lacuna existente na literatura acerca dos efeitos de modelos de periodização linear e ondulatória para sujeitos bem treinados e experientes no TF, com periodizações realmente equalizadas e utilização de ferramentas diretas para verificação da hipertrofia muscular.

## 2.2 Periodização linear vs Periodização ondulatória: efeitos na força muscular

A periodização representa um planejamento sistemático e uma estruturação das variáveis do treinamento (volume, intensidade, frequência e recuperação) em períodos específicos para potencializar respostas positivas na performance e/ou na estética (Buford et al., 2007; Hoffman et al., 2009; Prestes et al., 2009; Mann et al., 2010). A literatura científica ainda não apresenta consenso sobre a variável chave de um modelo de periodização para melhorar a capacidade neuromuscular, especialmente na produção de força em uma ampla variedade de populações (Rhea et al., 2002; Prestes et al., 2009).

Rhea et al. (2002) submeteram sujeitos recreacionalmente ativos a dois modelos de periodização. A periodização linear foi composta por três sessões semanais, sendo 3 x 8RM da 1ª a 4ª semana, 3 x 6RM da 5ª a 8ª semana, 3 x 4RM da 9ª a 12ª semana. A periodização ondulatória diária foi realizada com 3 x 8RM nas sessões de segunda-feira, 3 x 6RM nas sessões de quarta-feira e 3 x 4RM nas sessões de sexta-feira ao longo de 12 semanas de programa de TF. Em ambos os grupos os exercícios escolhidos foram supino reto e *leg press*, nessa respectiva ordem. Os resultados apresentaram que ambos os modelos aumentaram significativamente a força muscular nos dois exercícios em valores absolutos e percentuais. No entanto, o modelo de periodização ondulatória apresentou resultados mais pronunciados estatisticamente para os ganhos percentuais (linear - 14,37% e 25,61% para o supino e *leg press*, respectivamente; ondulatório - 28,78% e 55,78% para o supino e *leg press*, respectivamente).

Por outro lado, Monteiro et al. (2009) compararam a periodização linear e ondulatória com sujeitos bem treinados e experientes no TF. Foram duas sessões apenas por semana, sendo que a periodização linear proposta foi de 3 x 12-15RM por três semanas, seguidas por 3 x 8-10RM por três semanas, mais 3 x 4-5RM por três semanas, e últimas três semanas de 3 x 12-8-4RM. Já a periodização ondulatória realizada seguiu as três primeiras semanas realizando 3 x 12-15RM na primeira sessão e 3 x 8-10RM na segunda sessão. Nas três semanas seguintes, 4 x 4-5RM na primeira sessão e 3 x 12-15RM na segunda sessão. Nas três semanas subsequentes, 3 x 8-10RM na primeira sessão e 4 x 4-5RM na segunda sessão, finalizando as últimas três semanas com 3 x 12-8-4RM.

Em 12 semanas de treinamento, a periodização ondulatória foi o único grupo que aumentou significativamente a força muscular de membros superiores (1RM supino reto) e inferiores (1RM *leg press*). No grupo ondulatório, a força aumentou significativamente da 1ª à 4ª semana, da 4ª semana à 8ª semana, e da 8ª semana à 12ª semana. O grupo que realizou periodização linear apresentou ganhos na força de membros inferiores apenas após 8 semanas de treinamento, não havendo ganhos entre a 8ª semana e o momento pós intervenção. Nesse trabalho, fica evidente que a variabilidade das cargas propostas pelo modelo ondulatório parece ter influenciado em maior magnitude para gerar os ganhos de força. No entanto, os resultados observados no modelo linear podem ser explicados pela realização de apenas 2 sessões de treinamento na semana, o que, possivelmente, pode representar pouco estímulo de natureza contínua para estresse neuromuscular.

Miranda et al. (2011) também utilizaram sujeitos bem treinados e experientes no TF para comparar os modelos linear e ondulatório nas respostas de força muscular. Foram realizadas 12 semanas de treinamento com 4 sessões semanais. O programa de periodização linear seguiu as primeiras quatro semanas com 3 x 8-10RM, seguidos por mais quatro semanas de 3 x 6-8RM, e últimas quatro semanas com 3 x 4-6RM. O programa de periodização ondulatório realizou durante as 12 semanas 3 x 8-10RM na primeira sessão de cada semana, 3 x 6-8RM na segunda sessão de cada semana, e 3 x 4-6RM na terceira sessão de cada semana.

Os resultados apresentaram que ambos os modelos de periodização foram efetivos para gerar ganhos significantes na força muscular de membros inferiores e superiores por meio dos testes de 1RM e 8RM, sem diferença significativa entre os grupos. No entanto, os valores de TE apresentaram maiores magnitudes para o modelo ondulatório. Uma limitação importante a ser destacada nesse trabalho, é a não equalização do número de sessões propostas entre os modelos de periodização, sendo que o modelo linear realizou quatro sessões nas semanas, ao passo que o modelo ondulatório realizou três sessões nas semanas.

Mais recentemente, Harries, Lubans e Callister (2015) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para comparar a periodização linear e a periodização ondulatória nos ganhos de força muscular. Foram elencados 17 estudos, o que envolveu 510 participantes. Dos 17 estudos, 7 foram conduzidos com sujeitos não treinados, enquanto os outros 10 estudos tiveram suas amostras identificadas como recreacionalmente treinadas ( $\geq 1$  ano). No entanto, nenhum estudo foi conduzido com amostras altamente treinadas ( $\geq 4$  anos), e

adicionalmente, nessa revisão sistemática não são reportados valores de força muscular prévia, absoluta e/ou relativa, que também são preditores de classificação da amostra (Tabela 1).

Os resultados encontrados mostram similaridade nos ganhos de força entre as duas estratégias de periodização, sem diferenças significantes entre os modelos, assim como sem diferenças significantes nos ganhos de força em membros superiores e inferiores. Com isso, essa revisão sistemática e meta-análise deixa claro a lacuna presente na literatura visto a falta de estudos que investigaram populações experientes ou altamente treinadas.

**Tabela 1 – Características dos principais estudos que compararam as periodizações linear e ondulatória para a força muscular (Adaptado por Harries; Lubans; Callister, 2015).**

Autores	Amostras	Período e Frequência	Descrição do Programa de Periodização	Resultados
Baker, Wilson e Carlyon, (1994)	33 recreacionalmente ativos	12 semanas 3 x por semana	Linear: 3 a 5 x 10RM, 3 a 5 x 5 a 8RM, 3 x 3 a 6RM (variação a cada 4 sem) Ondulatória: Variações diárias e a cada duas semanas destes mesmos volumes e intensidades	Aumento da força para ambos os grupos (membros superiores e inferiores)
Rhea et al., (2002b)	20 recreacionalmente ativos	12 semanas 3 x por semana	Linear: 8RM, 6RM, 4RM (variação a cada 4 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	Aumento da força para ambos os grupos (membros superiores e inferiores). Maior percentual de aumento para o grupo ondulatório
Hoffman et al., (2003)	28 jogadores de Futebol Americano	12 semanas 2 x por semana	Intensidades prescritas por percentuais de 1 RM, com pesos livres e exercícios multiarticulares	Aumento da força de membro inferior para o grupo Linear. Nenhuma melhoria para a força de membros superiores em ambos os grupos.
Rhea et al., (2003)	30 recreacionalmente ativos	15 semanas 2 x por semana	Linear: 25RM, 20RM, 15RM com alterações a cada 5 semanas. Linear Reversa: 15RM, 20RM, 25RM com alterações a cada 5 semanas. Ondulatório: Alterações diárias 25RM, 20RM e 15RM.	Os três grupos ganharam resistência de força. O grupo Linear reversa obteve maiores ganhos observados pelo TE.

Buford et al., (2007)	38 recreacionalmente ativos	9 semanas 3 x por semana	Linear, ondulatória diária e Ondulatória Semanal (4 rep a 90% 1RM, 6 rep a 85% 1RM, 8 rep a 80% 1RM)	Os 3 grupos apresentaram ganhos significantes na força de membros superiores e inferiores
Peterson et al., (2008)	14 bombeiros	9 semanas 3 x por semana	27 sessões de treinamento envolvendo exercícios de força, exercícios balísticos e saltos verticais	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores. Percentualmente os ganhos foram maiores para o grupo ondulatório
Hartmann et al., (2009)	40 recreacionalmente ativos	14 semanas 3 x por semana	Força-Potência: (da 1ª a 10ª sem – 5 x 8 a 12RM; da 11ª a 14ª sem – 5 x 3 a 5RM) Ondulatório: 5 x 3 a 5RM, 5 x 8 a 12RM e 5 x 20 a 25RM (variação a cada sessão).	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
Hoffman et al., (2009)	51 jogadores de Futebol Americano	15 semanas 4 x por semana	Linear: 3 a 4 x 9 a 12RM (4 sem) + 3 a 4 x 3 a 8RM (6 sem) + 3 a 5 x 1 a 5RM Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	Melhora significativa na força de membros superiores e inferiores para todos os grupos. Melhora da potência de membros inferiores para todos os grupos
Kok; Hamer; Bishop, (2009)	20 sujeitos não treinados	9 semanas 3 x por semana	Linear: 10 RM (6 sem) + 6RM (3 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
Monteiro et al., (2009)	27 sujeitos treinados	12 semanas 2 x por semana	Linear: 3 x 12 a 15RM, 3 x 8 a 10RM 3 x 4 a 5RM (variação a cada 3 sem)	Ambos os grupos melhoraram a força de membros inferiores, mas somente o grupo

			Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	ondulatório melhorou a força de membros superiores
Prestes et al., (2009)	40 recreacionalmente ativos	12 semanas 4 x por semana	Linear: 3 x 12RM, 10RM e 8RM com variações a cada semana Ondulatório: 3 x 10 a 12RM, 3 x 6 a 8RM (variação a cada 2 sem)	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
Vanni et al., (2010)	27 sujeitos não treinados	28 semanas 3 x por semana	4 mesociclos com variações de 6 a 20RM para Linear e Ondulatório	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
Miranda et al., (2011)	20 sujeitos treinados	12 semanas 4 x por semana	Linear: 3 x 8 a 10RM, 3 x 5 a 8RM, 3 x 4 a 6RM (variação a cada 4 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
Simão et al., (2012)	30 sujeitos não treinados	12 semanas 2 x por semana	Linear: 2 x 12 a 15RM, 3 x 8 a 10RM, 4 x 3 a 5RM com variações a cada 4 semanas. Não periodizado: Variações a cada duas semanas destes mesmos volumes e intensidades	Todos os grupos aumentaram significativamente a força de membros superiores
Apel; Lacey; Kell, (2011)	42 sujeitos não treinados	12 semanas 3 x por semana	Linear e Ondulatório: Variações de aproximadamente 57 a 80% de 1RM Linear: 3 x 30RM, 3 x 25RM, 3 x 20RM, 3 x 15RM (variação a cada 3 sem)	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
De Lima et al., (2012)	28 sujeitos não treinados	12 semanas 4 x por semana	Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.

Franchini et al., (2015)	13 atletas de judô	8 semanas 3 x por semana	Linear: 3 x 5RM (2 sem), Exercícios de potência (3 sem), 3 x 15 a 20RM (3 sem), Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes, intensidades e exercícios	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
-----------------------------	--------------------	-----------------------------	---	---

---

Adaptado por Harries; Lubans; Callister, (2015). RM = repetições máximas.

### **2.3 Periodização linear vs Periodização ondulatória: efeitos na hipertrofia muscular**

Programas de TF são recomendados por muitas organizações de saúde, incluindo o ACSM e *World Health Organization*. Um objetivo comum de muitos praticantes de TF é a hipertrofia muscular, e, portanto, a literatura científica apresenta uma vasta gama de estudos que investigaram as melhores estratégias de treinamento para alcançar esta adaptação morfológica (Marx et al., 2001; Miranda et al., 2011; Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017a; Zaroni et al., 2018). No entanto, essas estratégias de treinamento podem ter características periodizadas, e, com isso, apresentar componentes fundamentais para a estruturação do plano de treinamento (Grgic et al., 2017a).

Uma grande diferença foi observada entre a utilização de um modelo de periodização ondulatória em comparação a um modelo não periodizado em um estudo que não equalizou o volume de treinamento entre as intervenções (Marx et al., 2001). Especificamente, o grupo que realizou a periodização ondulatória treinou com uma alta frequência (4 sessões na semana) comparado ao modelo não periodizado (3 dias na semana), e com maior número de séries por sessão. Tendo em vista a relação de dose e resposta entre o volume de treinamento e a hipertrofia muscular bem estabelecida na literatura (Schoenfeld; Ogborn; Krieger, 2017), os achados desse estudo podem ser atribuídos ao volume adicional proposto pela periodização ondulatória, de modo que um maior volume pode ter induzido maior síntese proteica (Mitchell et al., 2012), e, portanto, ganhos mais pronunciados na espessura muscular.

Diante disso, não equalizar o volume de treinamento entre os grupos experimentais representa uma limitação observada na literatura, e

consequentemente, a observação e comparação da eficácia de um modelo periodizado sobre outro na hipertrofia muscular pode ser prejudicada.

Mais especificamente com relação ao modelo linear, quatro estudos encontraram alterações significantes na composição corporal (Baker; Wilson; Carlyon, 1994; Monteiro et al., 2009; Ahmadizad et al., 2014; Souza et al., 2014). Todos esses estudos equalizaram o volume entre as abordagens de periodização, e encontraram similares alterações no incremento da massa muscular entre a periodização linear, ondulatória e o modelos não periodizados. No entanto, três desses estudos utilizaram sujeitos não treinados, e, consequentemente, a interpretação adequada ainda permanece não esclarecida.

Por outro lado, a utilização da periodização linear em sujeitos bem treinados e experientes pode ser suportada pelo estudo de Monteiro et al. (2009), que encontrou diminuição da massa magra ao longo de 12 semanas com a utilização de um modelo não periodizado, ao passo que a periodização linear induziu um pequeno aumento na massa muscular, isto é, 0,8kg. Contudo, o grupo não periodização não realizou ajustes nas cargas absolutas durante todo o período de treinamento. A literatura já tem apresentado que quando a CET é ajustada, até mesmo sujeitos experientes obtém ganhos significantes na força e hipertrofia muscular (Brigatto et al., 2018; Zaroni et al., 2018). Adicionalmente, a principal limitação do estudo de Monteiro et al. (2009) foi a utilização de dobras cutâneas para mensuração da massa muscular.

Diante deste cenário, os achados sobre os efeitos dessas duas estratégias de periodização com volume equalizado ainda permanecem inconclusivos para a hipertrofia muscular, sendo que alguns estudos apresentam

vantagem do modelo ondulatório (Simão et al., 2012; Spinetti et al., 2014), e outros não apresentam diferenças entre periodizações (De Lima et al., 2012; Prestes et al., 2015). A partir disto, recentemente, Grgic et al., (2017a) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para comparar as respostas na hipertrofia muscular decorrentes de periodizações lineares e ondulatórias, conforme é citado na introdução deste trabalho.

Embora todos os estudos elencados tenham sido equalizados, alguns direcionaram seus objetivos para a hipertrofia muscular (Dankel et al., 2017a), por meio de sessões com maior estresse fisiológico, ao passo que outros direcionaram seus objetivos para o desenvolvimento da resistência de força (De Lima et al., 2012), e, outros para o desenvolvimento da força e hipertrofia muscular (Simão et al., 2012; Spinetti et al., 2014). Em adição, alguns estudos combinaram exercícios aeróbios com as sessões de TF (Foschini et al., 2010; Inoue et al., 2015), ao passo que outros compararam diferentes modelos ondulatórios (diário e semanal) (Spinetti et al., 2014).

Somente cinco estudos utilizaram ferramenta direta e de maior sensibilidade para análise da hipertrofia muscular (ultrassom e ressonância magnética) (Kok, 2006; Kok; Hamer; Bishop, 2009; Simão et al., 2012; Souza et al., 2014; Spinetti et al., 2014). No entanto, esses estudos foram conduzidos com sujeitos não treinados e, portanto, torna difícil a extrapolação dos dados para uma população com maiores níveis de força. Inclusive, dos 13 estudos elencados, apenas um foi conduzido com sujeitos considerados treinados e experientes (Monteiro et al., 2009). Neste sentido, observar tais respostas com esta população restringe a generalização dos achados para populações com altos níveis de força.

A literatura tem apresentado que a sinalização anabólica intracelular é menor para sujeitos experientes e treinados quando comparado com sujeitos não treinados (Gonzalez et al., 2015). Contudo, sujeitos bem treinados podem alcançar ganhos robustos na força e massa muscular quando submetidos a sobrecarga adequada, com ajustes e progressões na CET ao longo do programa de treinamento (Morton et al., 2016), e, portanto, isto torna mais necessário a implementação de modelos de periodização.

Nesta mesma perspectiva, também é importante observar o comportamento das cargas de treinamento (CET) dentro dessas periodizações, visto que ambas possuem momentos de variações distintos para o volume e intensidade, e até o presente momento, os trabalhos prévios observaram apenas o resultado final, ou seja, os ganhos de força e de espessura muscular após o programa de treinamento. Realizar este procedimento experimental é valorizar substancialmente o produto final obtido, mas não reconhecer que este produto é decorrente do acúmulo da disposição, variação e qualidade da CET.

Por fim, o referido grupo de autores dessa revisão sistemática e meta-análise (Grgic et al., 2017a), estabelece dois pontos-chaves e uma recomendação para futuros estudos:

- É possível encontrar diferenças na espessura muscular entre periodização linear vs ondulatória em indivíduos com experiência prévia no TF, isto é, considerados treinados?
- Quais são as respostas decorrentes dessas periodizações na espessura muscular quando observada por meio de ferramentas diretas e de maior sensibilidade?

- Seria interessante futuros estudos que delineassem as respostas individuais à intervenção, de modo a aumentar a interpretação prática dos resultados.

Em conclusão, com estas perguntas e recomendações, ficam claras as lacunas presentes na literatura sobre o assunto. A literatura ainda requer estudos que comparem diferentes modelos lineares e ondulatórios para sujeitos bem treinados e experientes, com periodizações equalizadas e mensurações utilizando ferramentas mais sensíveis.

O presente estudo se propõe a responder estas perguntas, isto é, submeter sujeitos rigorosamente com altos níveis de força prévios a dois modelos de periodização, um linear e um ondulatório, e observar a força máxima, resistência de força (respostas neuromusculares) e a espessura muscular (resposta morfológica) por meio de ferramenta direta. Adicionalmente, o presente estudo se propõe a observar estes resultados de forma individualizada, levando em consideração a variação e disposição da CET.

**Tabela 2 – Características dos principais estudos que compararam periodizações lineares e ondulatórias para a espessura muscular (Adaptado por Grgic et al., (2017a).**

<b>Autores</b>	<b>Amostras</b>	<b>Período e Frequência</b>	<b>Sessões</b>	<b>Ferramenta para análise da espessura muscular</b>	<b>Resultados</b>
Ahmadizad et al., (2014)	32 sujeitos jovens não treinados	8 semanas 3 x por semana	6 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Bioimpedância	Não foram detectadas diferenças na massa muscular
Buford et al., (2007)	18 homens e 10 mulheres jovens não treinados	9 semanas 3 x por semana	14 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Não foram detectadas diferenças na massa muscular
De Lima et al., (2012)	28 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 4 x por semana	16 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
Foschini et al., (2010)	32 adolescentes obesos não treinados	14 semanas 3 x por semana	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados Participantes também realizaram 30 minutos de exercício aeróbio	Pletismografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
Harries; Lubans; Callister, 2016)	26 adolescentes não treinados	12 semanas 2 x por semana	11 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Bioimpedância	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura

Inoue et al., (2015)	45 adolescentes obesos não treinados	26 semanas 3 x por semana	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados Participantes também realizaram 30 minutos de exercício aeróbio	Pletismografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
Kok, (2006) (Tese de doutorado)	16 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 3 x por semana	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 3,2% e Ondulatória: 12,9%)
Kok; Hamer; Bishop, (2009)	20 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 3 x por semana	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 8,7% e Ondulatória: 14,8%)
Monteiro et al., (2009)	27 homens treinados	12 semanas 4 x por semana	15 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
Prestes et al., (2015)	49 mulheres idosas não treinadas	16 semanas 2 x por semana	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dexa	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
Simão et al., (2012)	30 homens jovens não treinados	12 semanas 2 x por semana	4 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 5,7% e Ondulatória: 9,1% para o bíceps; Linear: 0,8% e Ondulatória: 4,3% para o tríceps),

Souza et al., (2014)	31 homens jovens não treinados	6 semanas 2 x por semana	2 exercícios (pesos livres e máquina) multiarticulares e isolados	Ressonância magnética	Ambos os grupos aumentaram e forma similar a espessura muscular (Linear: 4,6% e Ondulatória: 5,2%)
Spinetti et al., (2014)	53 homens jovens não treinados	12 semanas 2 x por semana	4 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Grupos Lineares: 5,8% e 3,5%, Grupos Ondulatórios: 9,3% e 8,2% bíceps; Linear: 0,6% e 9,0%, Ondulatória: 4,5% e 6,8% tríceps)

---

Adaptado por Grgic et al., (2017a)

### 3 OBJETIVOS GERAIS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos da periodização linear e ondulatória diária nas respostas neuromusculares e morfológicas.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Comparar os efeitos da periodização linear e ondulatória diária nos momentos pré e pós-intervenção para as seguintes variáveis dependentes:

- Na força muscular absoluta (kgf) de membros superiores.
- Na força muscular relativa ( $\text{kgf}/\text{kg}^{-1}$ ) de membros superiores.
- Na resistência de força de membros superiores (quantidade de repetições realizadas).
- Resistência de força absoluta de membros superiores (kgf).
- Resistência de força relativa de membros superiores ( $\text{kgf}/\text{s}^{-1}$ ).
- Espessura muscular do peitoral maior e bíceps braquial (mm).

II. Comparar os efeitos da periodização linear e ondulatória diária para as seguintes variáveis dependentes:

- $\text{CTL}_{\text{TOTAL}}$
- $\text{CTL}_{\text{SEMANAL}}$
- $\text{CTL}_{3 \times 15\text{RM}}$
- $\text{CTL}_{3 \times 10\text{RM}}$
- $\text{CTL}_{3 \times 5\text{RM}}$
- No coeficiente de variação percentual (CV%) da CTL ( $\text{CTL}_{\text{CV}\%}$ ).

- Na variação da espessura muscular (momentos pré vs imediatamente após cada sessão de treinamento) ao longo das semanas (inchaço muscular).
- III. Comparar os efeitos da periodização linear e ondulatória diária nas respostas individuais para as seguintes variáveis dependentes:
- Na força muscular absoluta (kgf) de membros superiores.
  - Espessura muscular do peitoral maior e bíceps braquial (mm)

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo experimental e longitudinal (Thomas; Nelson; silverman, 2012). Todos os procedimentos foram realizados no Centro Universitário Amparense – UNIFIA, Amparo, São Paulo, Brasil.

### **4.1 AMOSTRAGEM**

O cálculo do tamanho amostral foi determinado utilizando como variável dependente a espessura muscular do bíceps braquial advinda de estudo piloto previamente realizado com indivíduos que possuíam as mesmas características das que foram empregadas no presente estudo. O cálculo foi baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (Eng, 2003), o que resultou em um N mínimo de oito sujeitos considerando o teste t dependente para diferença entre as médias pré e pós-intervenção. O cálculo foi realizado no software GPower (versão 3.1.3). A amostra foi composta por 17 homens hígidos (idade:  $25,4 \pm 3,9$  anos; estatura:  $176 \pm 5,8$  cm; massa corporal total:  $82,2 \pm 11,2$  kg; 1RM supino reto:  $103,6 \pm 23,1$  kg; força máxima relativa:  $1,3 \pm 0,2$  kg/kg; experiência no TF:  $53,1 \pm 38,4$  meses). Todos os sujeitos eram treinados em força, isto é, praticavam TF sistematicamente (pelo menos três sessões por semana) há pelo menos 12 meses (Schoenfeld et al., 2016).

### **4.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO**

Os critérios de inclusão adotados foram: a) praticar treinamento de força há pelo menos 12 meses, com uma frequência semanal mínima de 3 sessões; b) possuir experiência na execução dos exercícios utilizados no presente estudo, isto é, realizá-los pelo menos uma vez na semana. Os critérios de exclusão adotados foram: a) responder positivamente uma das perguntas contidas no Questionário de Prontidão

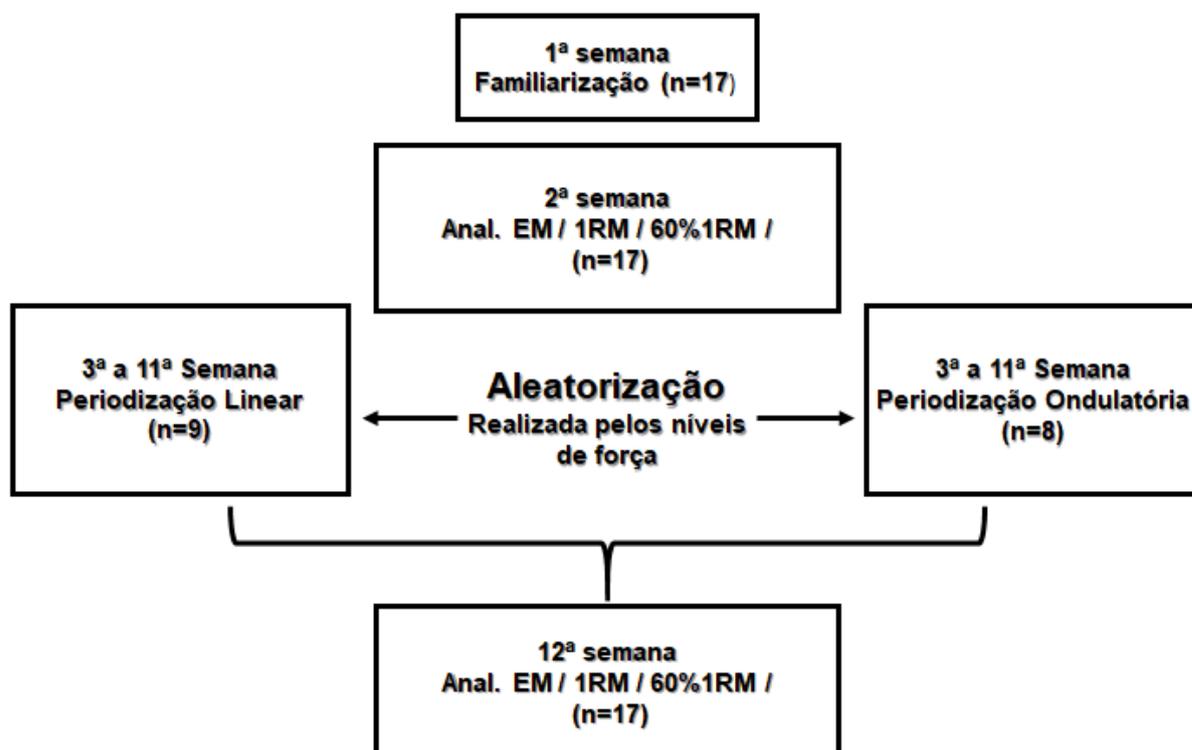
para Atividade Física (*Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q*) (Andreazzi et al., 2016); b) não ser capaz de executar o teste de 1RM com uma sobrecarga externa equivalente a própria massa corporal total no exercício supino reto (Zourdos et al., 2016); c) ter realizado qualquer cirurgia prévia em membros superiores; d) possuir ou desenvolver ao longo do experimento qualquer acometimento osteomioarticular em membros superiores que pudessem comprometer a execução dos exercícios selecionados; e) consumir qualquer suplemento nutricional ou recurso ergogênico ao longo do experimento; f) ter feito uso de esteroides anabolizantes nos últimos 12 meses ou ao longo do experimento.

#### **4.3 RECRUTAMENTO E ADESÃO AO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião, na qual foram esclarecidos de forma detalhada os objetivos, metodologia, os benefícios ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, APÊNDICE I), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Plataforma Brasil (Parecer 2.296.408, ANEXO I). A metodologia proposta foi formulada respeitando as resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Quando necessário, os procedimentos foram imediatamente interrompidos diante de qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário.

#### 4.4 PROCEDIMENTOS

O estudo teve duração total de 12 semanas: 1ª semana – familiarização dos voluntários; 2ª semana – avaliações pré-intervenção; 3ª a 11ª semana – período de intervenção; 12ª semana – avaliações pós intervenção (Figura 1).



**Figura 1** – Fluxograma do desenho experimental.

**Legenda:** Anal = Análise. EM = Espessura Muscular. 1RM = Teste de 1RM. 60%1RM = Teste de 60% de 1RM.

No período de familiarização, os sujeitos se apresentaram ao local em que o estudo foi conduzido em 3 sessões de coleta de dados. Um intervalo de 48h foi adotado entre as sessões e todos os voluntários foram instruídos a não realizarem exercícios físicos 48h antes da primeira coleta e em nenhum outro momento dentro do período de participação no estudo, exceto atividades de vida diária. Na primeira sessão foi aplicado o questionário *PAR-Q* (ANEXO II) e obtidos dados pessoais e de caracterização da amostra (Tabela 3) através de questionamento oral. Em seguida, foram coletados

dados antropométricos (massa corporal total, estatura e distância biacromial). Ainda na primeira sessão, os sujeitos foram familiarizados com o teste de 1RM e 60%1RM no exercício supino reto, nesta mesma sequência. A pausa empregada entre os testes foi de 10 minutos. Tanto a sequência quanto o tempo de pausa adotados na familiarização mantiveram-se os mesmos nas coletas pré e pós-período de treinamento. A segunda sessão objetivou familiarizar os sujeitos com os exercícios e características das sessões de TF, e adicionalmente, estimar a sobrecarga externa para a realização de 5, 10 e 15RM em cada exercício. Ainda, a sessão possibilitou familiarizar os voluntários com as padronizações pré-estabelecidas para a execução dos exercícios: posicionamento, cadência e amplitude de movimento. Na terceira sessão de familiarização os sujeitos realizaram os exercícios que seriam propostos no período de intervenção com diferentes intensidades (5, 10 e 15RM), de forma a simular as sessões de TF.

Com 72 horas após a terceira sessão de familiarização, foram realizadas as avaliações pré-intervenção. As avaliações foram conduzidas em dia único e seguiram a seguinte ordem: análise da espessura muscular por meio de ultrassonografia, testes de 1RM e 60%1RM (mesma sequência e intervalos utilizados na familiarização). Todos os testes foram realizados novamente na avaliação pós-intervenção e seguiram a mesma sequência utilizada na avaliação pré-intervenção. Os testes pós-intervenção foram conduzidos aproximadamente 84 – 96h após a última sessão de treinamento.

#### **4.5 Periodização Linear e Ondulatória**

Os voluntários foram pareados de acordo com os níveis basais de força máxima e então alocados de maneira aleatorizada em um dos grupos experimentais: periodização linear e periodização ondulatória. Todos os voluntários realizaram 3

sessões por semana ao longo de 9 semanas de treinamento, totalizando 27 sessões. Os voluntários da periodização linear realizaram três semanas (9 sessões) de 3 x 15RM, seguidos por mais três semanas (9 sessões) de 3 x 10RM e as últimas 3 semanas (9 sessões) de 3 x 5RM. Os voluntários da periodização ondulatória realizaram na primeira sessão de cada semana 3 x 5RM, na segunda sessão de cada semana 3 x 15RM e na última sessão de cada semana 3 x 10RM ao longo das 9 semanas. Portanto, o presente estudo foi equalizado pelo número total de sessões para cada volume de repetições máximas.

Foram utilizadas rotinas direcionadas por grupamento muscular: supino reto, rosca direta, supino inclinado, rosca scott, crucifixo com halteres e rosca alternada. O número de séries para cada grupo muscular foi equalizado entre os grupos experimentais (27 séries semanais para cada grupo muscular) (Figura 2). O tempo de pausa utilizado foi de 60 segundos entre séries e 120 segundos entre exercícios (De Salles et al., 2009). A escala *R/R* (ANEXO III) foi aplicada ao final de cada série (Zourdos et al., 2016). A utilização da escala teve como finalidade monitorar a PSE utilizando como descritores à percepção do sujeito sobre quantas repetições ele conseguiria realizar a mais na série finalizada (Helms et al., 2016).

Desta forma, a sobrecarga externa foi ajustada sempre que necessário em cada série para garantir que os sujeitos alcançassem a falha muscular concêntrica dentro da quantidade de repetições máximas propostas, isto é, se o voluntário pudesse realizar mais repetições ao término da série, observada por meio da escala *R/R*, a intensidade era incrementada (~5 a 10%), ou se o voluntário alcançasse a falha concêntrica antes de atingir o volume necessário a intensidade era reduzida (~5 a 10%). A figura 2 mostra a distribuição semanal para os modelos de periodização.

PERIODIZAÇÃO LINEAR	PERIODIZAÇÃO ONDULATÓRIA
3ª a 5ª Semana	
3 x 15RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)
↓	
6ª a 8ª Semana	
3 x 10RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)
↓	
9ª a 11ª Semana	
3 x 5RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)

**Figura 2** – Periodizações propostas e distribuição semanal (3 sessões por semana). **Legenda:** RM = repetições máximas.

As cargas iniciais para cada exercício foram estabelecidas tendo como base a sessão de familiarização em que os sujeitos estimaram suas cargas para 5, 10 e 15RM. Os voluntários foram instruídos a executarem todos os exercícios em cadência de aproximadamente 1,5 segundos tanto na ação concêntrica quanto na excêntrica. Além disso, realizaram os exercícios na sessão de familiarização utilizando cadência definida por um metrônomo a 40bpm. O metrônomo não foi utilizado nas sessões de treinamento. A amplitude de movimento foi visualmente supervisionada, assim como todos os treinamentos foram acompanhados pelos mesmos pesquisadores. O período do dia em que os treinamentos foram realizados variou de acordo com a disponibilidade dos participantes, ou seja, alguns voluntários treinaram no período da manhã, outros no período da tarde e outros no período da noite. A variação no horário dos treinamentos ocorreu apenas entre sujeitos, assim sendo, o período do dia em que cada um realizou suas respectivas sessões de treino foi o mesmo ao longo das nove semanas de intervenção.

## **4.6 Descrição das avaliações**

### **4.6.1 Inquérito Nutricional**

A fim de evitar um potencial viés relacionado com a dieta alimentar, os sujeitos foram aconselhados a manter o seu regime nutricional habitual, evitando apenas o uso de qualquer suplemento alimentar.

Adicionalmente, foram instruídos a preencher nas semanas 3, 6 e 9 um recordatório alimentar de 24 horas (APÊNDICE II) utilizado para estimativa da quantidade consumida semanalmente de calorias e macronutrientes. O recordatório foi preenchido em dois dias não consecutivos da semana e em um dia do final de semana. Os voluntários foram orientados a registrar em detalhes: horário, tipo e quantidade de alimentos consumidos. A quantidade de alimentos foi registrada em unidades de medida utilizadas na culinária (colheres, copos e xícaras) e convertida em gramas. A estimativa do consumo energético (macronutrientes) foi analisada por meio do software NutriWin (UNIFESP, São Paulo, Brasil). Os valores selecionados para análise foram: média semanal do consumo estimado de quilocalorias (kcal Total); normalizado pela massa corporal total ( $\text{g/kg} = \text{gramas por quilograma de massa corporal}$ ) e percentual de cada macronutriente em relação ao consumo calórico estimado total.

Todos os sujeitos foram orientados a não se apresentarem para as sessões de treinamento em jejum.

### **4.6.2 Teste de uma repetição máxima (1RM)**

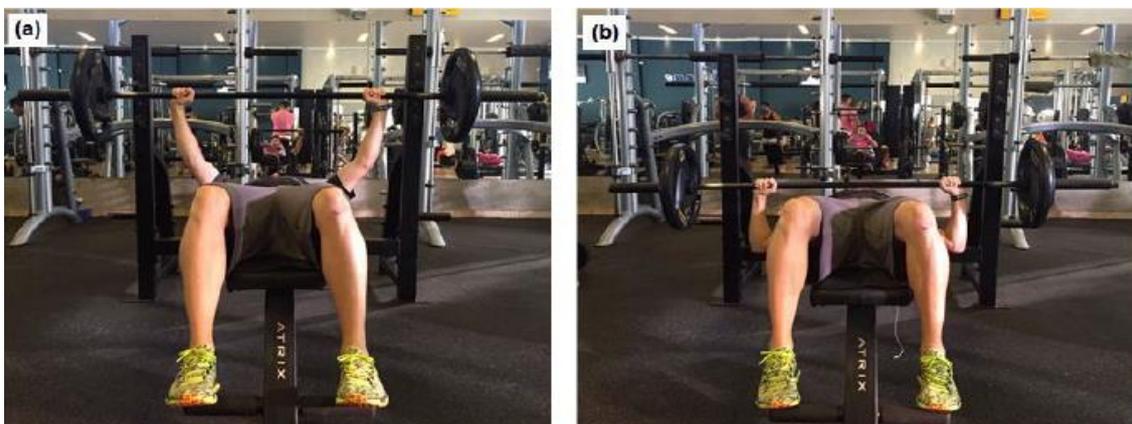
Para determinação da força máxima, o teste de 1RM foi realizado no exercício supino reto (Figura 3). Os procedimentos realizados na condução do teste seguiram as diretrizes estabelecidas pela NSCA (Baechle; Earle, 2008). Previamente, os sujeitos realizaram um aquecimento geral realizado em esteira motorizada (ATL Inbrasport®, Porto Alegre, Brazil) com velocidade de 7 km/h durante 3 min. Em seguida, um

aquecimento específico no exercício testado foi realizado utilizando a seguinte sequência: 5 repetições com carga referente à 50% do valor estimado pelo próprio voluntário para 1RM; 3 repetições com carga referente à 60% do 1RM estimado; 2 repetições com carga referente à 80% do 1RM estimado. Após 3 minutos de intervalo, os voluntários foram orientados a realizar uma única repetição máxima, ou seja, não conseguir executar duas repetições completas com a carga utilizada. A sobrecarga externa foi ajustada entre 5-10% nas tentativas subsequentes até que a sobrecarga máxima para 1RM fosse encontrada. Os voluntários podiam realizar um máximo de cinco tentativas para cada exercício. O intervalo utilizado foi de 5 minutos entre tentativas. Os sujeitos foram instruídos a permanecerem em uma posição de contato do corpo em cinco pontos (cabeça, costas, quadril [em contato com o banco], pés direito e esquerdo [em contato com o solo]) durante a execução do exercício. Foi adotada uma empunhadura de 200% da distância biacromial (Marchetti et al., 2010). Para caracterizar uma repetição completa, o voluntário deveria partir de uma posição inicial com os cotovelos estendidos, descer a barra controladamente até que a mesma encostasse no peitoral e então retornar à posição inicial com os cotovelos estendidos. O CCI do teste de 1RM no supino reto é 0,989. O coeficiente de variação (CV) para esse teste é de 0,8. O ETM é de 2,05.

#### **4.6.3 Teste de 60% de 1RM (60%1RM)**

Para determinação da resistência de força, o teste de 60%1RM foi realizado no exercício supino reto. Os voluntários foram orientados a executarem em uma única série o máximo de repetições possível até a falha muscular concêntrica. A sobrecarga utilizada foi correspondente a 60% do valor encontrado no teste de 1RM. Os testes foram realizados utilizando cadência definida por um metrônomo (*Metronome Beats*,

Stonekick) a 40bpm, o que culminou em 1,5 segundos de duração para a ação concêntrica e 1,5 segundos para a ação excêntrica. Durante o teste, foi coletado o tempo de duração em segundos. O CCI do teste de 60%1RM no supino reto é de 0,943. O CV foi de 2,3 e o ETM foi de 0,83.



**Figura 3** – Teste de 1RM no supino reto. Supino reto a) posição inicial e b) posição intermediária.

#### 4.6.4 Monitoramento da carga externa (CET)

A CTL, calculada pelo produto do número de séries, repetições e sobrecarga externa utilizada em cada exercício (kgf) foi anotada e calculada em todas as sessões de treinamento. Foi calculada a CTL total (soma das 9 semanas de intervenção); CTL total das 9 sessões de 3 x 15RM, CTL total das 9 sessões de 3 x 10RM, CTL das 9 sessões de 3 x 5RM; e CTL de cada semana (soma de todas as sessões de treinamento da semana). Os dados são expressos em kgf.

#### 4.6.5 Avaliação da Espessura Muscular

A ultrassonografia foi utilizada para mensuração da EM. A reprodutibilidade do ultrassom na determinação da EM é altamente validada pela literatura, inclusive quando comparada com o modelo “padrão ouro” de análise, a ressonância magnética (Walton; Roberts; Whitehouse, 1997; Esformes; Narici; Maganaris, 2002;). Um pesquisador

treinado em exames de imagem realizou todas as avaliações utilizando um ultrassom B-mode (Bodymetrix pro System, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA).

As medidas foram realizadas do lado direito do corpo em dois locais: músculos flexores do cotovelo (bíceps braquial) e peitoral. As determinações das regiões anatômicas em que a aquisição das imagens foi realizada seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al. (2015). Para os músculos bíceps braquial, inicialmente foi mensurado o comprimento do segmento do braço, adotando como referência a distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. A região analisada corresponde a 60% do comprimento do segmento, partindo do processo acromial (Figura 4). A análise foi realizada com os sujeitos sentados.



**Figura 4** – Marcações no segmento do braço a) 60% do comprimento; b) região de análise do bíceps braquial.

Para o músculo peitoral maior, inicialmente foi mensurado o ponto médio da clavícula (especificamente na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo), conforme descrito na literatura (Yasuda et al., 2010; Ogasawara et al., 2012; Klemp et al., 2016) (Figura 5).



**Figura 5** – Marcação e região de análise do peitoral maior.

Os locais em que a sonda foi posicionada foram marcados com tinta de hena e as marcações foram reforçadas a cada sessão. Não foi realizado nenhum tipo de deslocamento da sonda durante a coleta das imagens, ou seja, após o posicionamento da sonda em cima da região marcada para análise, a mesma permanecia fixa durante a aquisição da imagem. A coleta dos dados seguiu os seguintes procedimentos: a) aplicação do gel de transmissão solúvel em água (Mercur S.A. – Body Care, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) em cada região de análise; b) posicionamento da sonda do tipo linear (5MHz) perpendicular ao sentido das fibras musculares, sem que a pele fosse pressionada; c) quando a qualidade da imagem foi considerada satisfatória, a mesma foi salva em disco rígido e as dimensões da espessura muscular foram obtidas através da distância entre a interface tecido adiposo subcutâneo/músculo e a interface músculo/osso, de acordo com o protocolo utilizado por Abe et al. (2000).

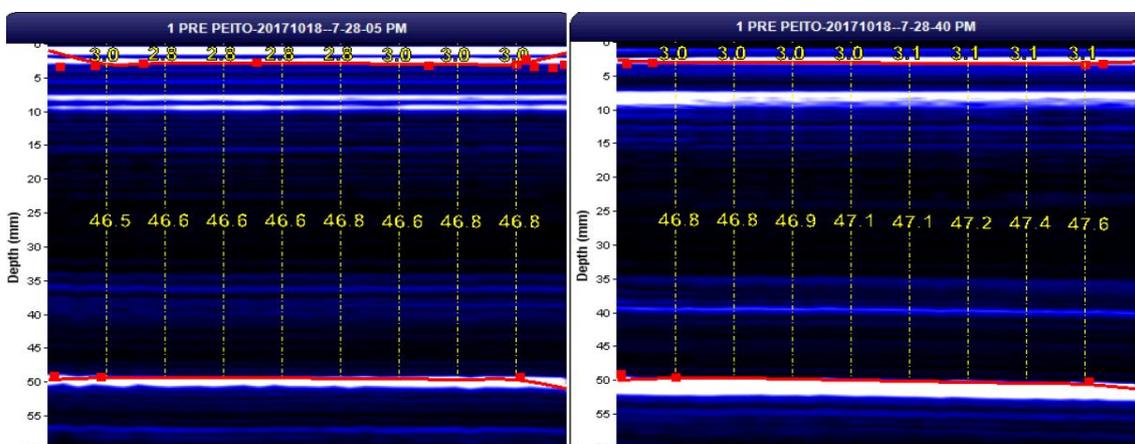
Todas as análises foram realizadas no software *BodyView™*. Ao determinar as interfaces, o software fornece oito valores distribuídos ao longo da imagem. Esses

valores são referentes à distância entre as interfaces em cada um desses pontos (Figura 6). O valor que corresponde a espessura muscular é obtido através do cálculo da média dos 8 pontos.

Foram coletadas e analisadas três imagens de cada grupo muscular. Os valores reportados para cada um dos grupos musculares correspondem ao cálculo da média dessas três. Foi estipulado um valor de concordância de 1 (mm) entre cada imagem, ou seja, os valores de espessura das três não podiam apresentar diferença maior que 1mm.

As avaliações foram realizadas pré e imediatamente o término de todas as sessões de treinamento, isto é, após a realização da última repetição do crucifixo com halteres foi avaliado o músculo peitoral, e após a última repetição da rosca alternada foi avaliado o bíceps braquial. As avaliações pós-intervenção foram realizadas 72 – 96 horas após a última sessão de treinamento para evitar que qualquer resquício de inchaço muscular interferisse nas medições da espessura muscular (Ogasawara et al., 2012).

O CCI das análises da espessura muscular do bíceps braquial e peitoral maior foi 0,998 e 0,966, respectivamente (Fleiss, 1986). O CV para essa análise foi 0,6 e 1,0, respectivamente. O ETM foi 0,42 e 0,29 mm, respectivamente.



**Figura 6** – Exemplo de análise da espessura muscular do peitoral maior de um dos sujeitos no momento pré-protocolo de treinamento.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram primeiramente transformados em logaritmo natural (ln) para reduzir o viés decorrente do erro de não uniformidade, além de aumentar a aproximação com a distribuição Gaussiana. Em seguida, a normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificados pelo teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas 2 x 2 com interação dos fatores grupo (Linear vs Ondulatório) e momentos (pré e pós 9 semanas) para as variáveis dependentes de força máxima (FM) e resistência de força (RF) no exercício supino. A ANOVA 2 x 9 com medidas repetidas foi usada para comparar a interação (Linear vs Ondulatória) e semanas (semana 1 a 9) das variáveis dependentes da EM do peitoral e bíceps braquial, além das variáveis CTL e PSE. Também foi realizada uma ANOVA por medidas repetidas (2 x 3) com interação dos fatores grupo (Grupo Periodização Linear e Grupo Periodização Ondulatória) e momento (semana 3, semana 6, semana 9) para as variáveis kcal Total; proteínas (g), carboidratos (g) e lipídios (g); proteínas (g/kg), carboidratos (g/kg) e lipídios (g/kg); % proteínas; % carboidratos e % lipídios. As suposições de esfericidade na ANOVA de medidas repetidas foram avaliadas utilizando o teste de Mauchly. Quando a esfericidade foi violada ( $P \leq 0.05$ ), o fator de correção de Greenhouse-Geisser foi aplicado. Quando necessário aplicou-se o post hoc de Bonferroni, além de calcular o TE da ANOVA pelo eta quadrado parcial ( $\eta^2_p$ ). Os valores de  $\eta^2_p < 0,06$ ,  $0,06$  a  $0,14$  e  $> 0,15$  foram considerados TE pequenos, médios e grandes, respectivamente (Lakens, 2014).

Para as comparações entre 2 médias foi calculado o TE pelo  $d$  de Cohen e teste  $t$  de Student. Para o TE no fator tempo (pré vs pós 9 semanas) foi usada a fórmula  $d = (\text{média variável 1} - \text{média da Variável 2}) / \text{desvio padrão combinado (DP}_{\text{combinado}})$ . O

$DP_{\text{combinado}}$  é calculado pela fórmula  $\sqrt{\frac{(DP^2 \text{ da variável 1} + DP^2 \text{ da variável 2})}{2}}$  (Lakens, 2013).

Para comparação dos momentos entre grupos, seguiu-se os pressupostos discutidos em Dankel et al. (2017a), utilizando a fórmula  $d = (\text{média das mudanças absolutas do grupo 1} - \text{média das mudanças absolutas do grupo 2}) / \text{desvio padrão combinado (DP}_{\text{combinado}})$ . Os valores de  $d < 0,2$ ,  $0,2 - 0,6$ ,  $0,6 - 1,2$ ,  $1,2 - 2,0$ ,  $2,0 - 4,0$  e  $> 4,0$  foram considerados trivial, pequeno, moderado, grande, muito grande e extremamente grande, respectivamente (Hopkins et al., 2009). Buchheit, (2016) destaca que os limiares para alterações padronizadas do valor de  $d < 0,2$ ,  $0,2$ ,  $0,6$ ,  $1,2$ ,  $2,0$  e  $4,0$  estabelecido por Hopkins podem significar qualquer mudança de  $< 1x$ ,  $1x$ ,  $3x$ ,  $6x$ ,  $10x$  e  $20x$  do efeito maior que o trivial ( $d > 0,2$ ). Então, há como estabelecer um valor múltiplo da mínima diferença detectável (xMDD) e utilizar a mesma classificação qualitativa do TE (tabela 3). Buchheit (2016) argumenta que os efeitos/mudanças de efeito como múltiplos do MDD são relevantes pois padronizam as modificações em todas as variáveis e podem ser facilmente agregadas em figuras com uma única área trivial sombreada, além de facilitar a aplicabilidade dos resultados para treinadores e atletas, já que reproduz de forma simples a seguinte mensagem: "o efeito é X vezes maior comparado ao que geralmente interessa a vocês".

Portanto, também foi calculada a mínima diferença detectável (MDD) para as variáveis dependentes de espessura muscular e força máxima. A MDD foi calculada pela fórmula  $MDD = \text{erro típico da medida (ETM)} \times 2$  (Damas et al., 2018). O  $ETM \times 2$  para EM do bíceps braquial foi de 0,84mm, e o  $ETM \times 2$  para EM do peitoral foi de 0,58mm. Já para 1RMsup foi de 4,01 kg. A MDD foi utilizada como zona trivial (área cinza em gráficos) da menor mudança verdadeira individual dos sujeitos (Hopkins et al., 2009). Este princípio (xMDD) foi utilizado para demonstrar o TE nas comparações individuais dos sujeitos e na média entre grupos das variáveis dependentes. Também

foi adotado na apresentação das figuras do estudo para aproximar a visualização da zona trivial entre variáveis. A literatura já tem mostrado que os sujeitos que apresentam efeito maior que trivial/pequeno ( $d > 0,6$  ou  $xMDD > 3$ ) nas comparações entre variáveis dependentes podem ser considerados “responsivos” às intervenções (Damas et al., 2018; Mann; Lamberts; Lambert, 2014).

**Tabela 3** – Relação dos valores do tamanho do efeito ( $d$ ) de Cohen com a mudança/múltiplo da mínima diferença detectável ( $xMDD$ ) utilizada neste estudo.

Classificação Qualitativa	Valor de $d$ Cohen	
	Adaptado por Hopkins	Valor do ( $xMDD$ )
Trivial	< 0,2	< 1
Pequeno	0,2 – 0,6	1 – 3
Moderado	0,6 – 1,2	3 – 6
<b>Grande</b>	<b>1,2 – 2,0</b>	<b>6 – 10</b>
Muito Grande	2,0 – 4,0	10 – 20
Extremamente Grande	> 4,0	> 20

A área cinza demarcada na tabela representa a zona de responsividade individual às intervenções propostas no presente estudo.

O delta percentual entre as diferenças ( $\Delta\%$ ) foi calculado pela fórmula  $\Delta\% = [(valor\ 1 - valor\ 2 / valor\ 2) * 100]$  (Dankel et al., 2017a). O nível de significância adotado para os testes inferenciais foi  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas no *software* SPSS versão 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Os gráficos/figuras foram formatados no *software* GraphPad Prism versão 6.0 (La Jolla, CA, USA) seguindo os pressupostos para dados contínuos (Weissgerber et al., 2015a).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Valores basais

A tabela 4 demonstra as características dos sujeitos do estudo. Não foram verificadas diferenças significantes entre grupos nas variáveis analisadas no início do estudo (todos  $p > 0,05$ ).

**Tabela 4** – Características dos sujeitos do estudo.

Variáveis	Linear (n=9)	Ondulatório (n=8)	valor de $p$
Idade (anos)	24,9 ± 4,3	25,9 ± 3,6	0,618
Massa corporal (kg)	80,1 ± 8,0	84,5 ± 14,2	0,456
Estatura (cm)	177 ± 5	177 ± 6	0,877
Experiência treinamento (meses)	51 ± 42	55 ± 37	0,850
Frequência semanal	4,4 ± 1,1	4,3 ± 0,9	0,266
Volume de séries Peitoral (sem)	22,6 ± 7,4	22,4 ± 6,2	0,728
Volume de séries Bíceps (sem)	19,0 ± 6,1	18,9 ± 5,6	0,964
1RM supino (kgf)	103 ± 22	105 ± 26	0,892
1RM supino relativo (kgf/kg <sup>-1</sup> )	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,618
60% 1RM supino (repetições)	14,4 ± 1,9	14,0 ± 2,4	0,684
60% 1RM supino (kgf/s <sup>-1</sup> )	18,2 ± 3,3	19,0 ± 5,0	0,727

**1RM** = uma repetição máxima. **kgf** = quilograma força. **kgf/kg<sup>-1</sup>** = quilograma força dividido por quilograma. **kgf/s<sup>-1</sup>** = quilograma força dividido pelo tempo sob tensão em segundos.

## 5.2 Inquérito Nutricional

Não foram observadas diferenças significantes intragrupo e intergrupos para nenhuma das variáveis referentes ao consumo estimado de calorias e macronutrientes ( $p > 0,05$  para todas) (Tabela 5).

**Tabela 5** – Estimativa da ingestão de macronutrientes das periodizações linear e ondulatória ao longo do estudo.

Variáveis	3ª sem	6ª sem	9ª sem	ANOVA 3x2	
				fator tempo valor de $p$	interação tempoXgrupo valor de $p$
<b>Total (kcal)</b>					
Linear	2684,3±237,4	2755,4±269,4	2830,1±183,8	0,723	0,644
Ondulatório	2830,1±183,8	2863,6±192,7	2788,5±178,5		
<b>Proteínas (g/kg)</b>					
Linear	2,0±0,2	2,0±0,2	2,0±0,2	1,000	0,186
Ondulatório	2,1±0,3	2,1±0,3	2,2±0,3		
<b>Proteínas (%)</b>					
Linear	28,5±1,4	28,1±1,5	28,1±1,8	0,354	0,251
Ondulatório	30,0±1,2	29,5±1,5	31,4±1,7		
<b>Carboidrato (g/kg)</b>					
Linear	3,9±0,6	3,9±0,7	3,9±0,7	0,280	0,920
Ondulatório	3,8±0,7	3,9±0,7	3,8±0,7		
<b>Carboidrato (%)</b>					
Linear	55,7±3,0	54,9±3,3	55±3,0	0,115	0,895
Ondulatório	54,2±2,9	54,9±3,0	54,2±2,9		
<b>Lipídios (g/kg)</b>					
Linear	1,1±0,2	1,2±0,1	1,2±0,1	0,155	0,815
Ondulatório	1,1±0,1	1,1±0,1	1,0±0,1		
<b>Lipídios (%)</b>					
Linear	15,7±2,2	16,8±2,1	16,8±2,2	0,254	0,634
Ondulatório	15,7±2,1	15,4±2,2	14,2±2,0		

**Kcal** = quilocalorias totais; **g/kg** = gramas por quilograma de massa corporal; **%** = contribuição percentual no consumo calórico total.

### 5.3 1RM Supino Reto (Força máxima absoluta)

No teste de 1RM<sub>SUP</sub> foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,7} = 52,101$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,882$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 1,364$ ,  $p = 0,281$ ,  $\eta^2_p = 0,163$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $18,0 \pm 9,3\text{kgf}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 18,8 \pm 13,5$ ;  $d = 0,98$ ) e  $24,3 \pm 12,7\text{kgf}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 25,4 \pm 15,9$ ;  $d = 0,98$ ) para os grupos linear e ondulatório, respectivamente (Tabela 6). Com relação à análise individual, todos os sujeitos obtiveram ganhos para ambos os modelos de periodização propostos (100% da amostra), sendo que na periodização linear, um sujeito apresentou efeito maior do que 6 x o ETMx2 (11,1% da amostra), ao passo que na periodização ondulatória, 5 sujeitos apresentaram efeito maior do que 6 x o ETMx2 (62,5% da amostra) (Figura 8).

### 5.4 1RM Supino Reto kgf/kg (Força máxima relativa)

Em relação ao teste de 1RM<sub>SUPkgf/kg<sup>-1</sup></sub> foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,7} = 41,617$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,856$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 0,390$ ,  $p = 0,552$ ,  $\eta^2_p = 0,053$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $0,2 \pm 0,1\text{kgf/kg}^{-1}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 19,0 \pm 13,4$ ;  $d = 1,30$ ) e  $0,3 \pm 0,2\text{kgf/kg}^{-1}$  ( $p = 0,004$ ;  $\Delta\% = 25,4 \pm 15,9$ ;  $d = 1,48$ ) grupos linear e ondulatório, respectivamente (Tabela 6).

### 5.5 60% 1RM Supino Reto (repetições – Resistência de força)

No teste de 60%1RM<sub>SUP\_rep</sub> não foi observado efeito principal para o fator tempo ( $F_{1,7} = 3,486$ ,  $p = 0,104$ ,  $\eta^2_p = 0,332$ ), e nem para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 0,005$ ,  $p = 0,944$ ,  $\eta^2_p = 0,001$ ). O grupo linear apresentou um incremento não

significante entre os momentos pré e pós-intervenção de  $2,2 \pm 3,7$  repetições ( $\Delta\% = 17,1 \pm 26,7$ ;  $d = 0,84$ ). O grupo ondulatório apresentou um incremento não significativo de  $1,6 \pm 3,6$  repetições ( $\Delta\% = 16,2 \pm 36,5$ ;  $d = 0,68$ ) (Tabela 6).

### **5.6 60% 1RM Supino Reto (kgf) (Resistência de força absoluta)**

Em relação ao teste de  $60\%1RM_{SUPkgf}$  foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,7} = 51,335$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,880$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 1,669$ ,  $p = 0,234$ ,  $\eta^2_p = 0,195$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $10,7 \pm 5,7$  kgf ( $p = 0,002$ ;  $\Delta\% = 18,5 \pm 13,4$ ;  $d = 0,81$ ) e  $14,8 \pm 7,5$  kgf ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 25,9 \pm 16,0$ ;  $d = 1,00$ ) grupos linear e ondulatório, respectivamente (Tabela 6).

### **5.7 60% 1RM Supino Reto kgf/seg (Resistência de força relativa)**

No teste de  $60\% 1RM_{SUPkgf/seg^{-1}}$  foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,7} = 33,007$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,825$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 0,168$ ,  $p = 0,694$ ,  $\eta^2_p = 0,023$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $6,2 \pm 5,3$  kgf/s<sup>-1</sup> ( $p = 0,002$ ;  $\Delta\% = 34,0 \pm 26,9$ ;  $d = 1,11$ ) e  $5,1 \pm 2,9$  kgf/s<sup>-1</sup> ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 26,7 \pm 11,0$ ;  $d = 0,83$ ) nos grupos linear e ondulatório, respectivamente (Tabela 6).

### **5.8 Espessura Muscular (EM) Peitoral**

Para a  $EM_{PE}$  foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,57} = 28,145$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,801$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,57} = 1,176$ ,  $p = 0,692$ ,  $\eta^2_p = 0,144$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $7,7 \pm 4,8$ mm ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\%$

=  $20,3 \pm 12,5$ ;  $d = 1,26$ ) e  $5,7 \pm 4,3\text{mm}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 14,9 \pm 13,2$ ;  $d = 1,21$ ) grupos linear e ondulatorio, respectivamente (Tabela 6). Com relação à análise individual, 8 sujeitos obtiveram ganhos com a periodização linear (88,8% da amostra), sendo que 7 sujeitos apresentaram valores acima de  $6 \times \text{ETMx2}$  (77,7% da amostra), ao passo que 7 sujeitos obtiveram ganhos com a periodização ondulatoria (87,5% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores acima de  $6 \times \text{ETMx2}$  (75% da amostra) (Figura 7).

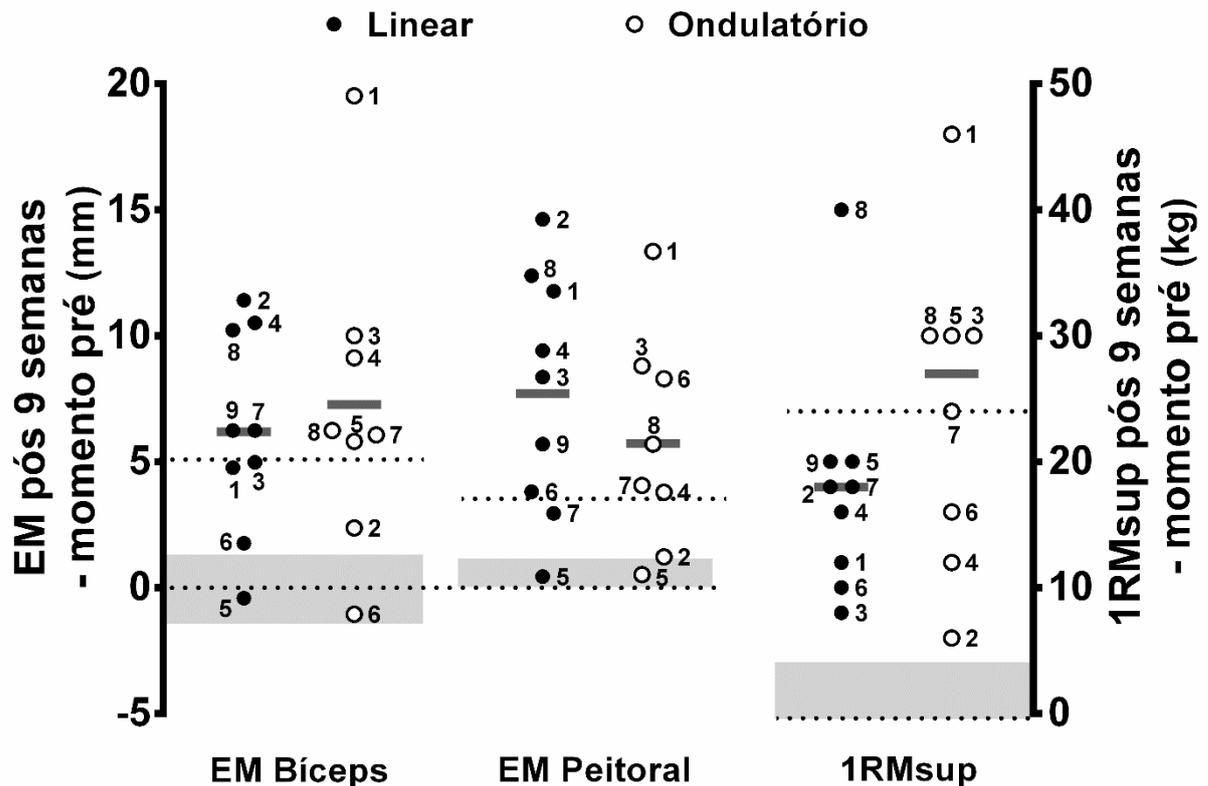
### 5.9 Espessura Muscular (EM) Bíceps

Para a  $\text{EM}_{\text{BB}}$  foi observado um efeito principal significativo para o fator tempo ( $F_{1,7} = 25,940$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,787$ ), mas não para a interação grupo x tempo ( $F_{1,7} = 0,170$ ,  $p = 0,314$ ,  $\eta^2_p = 0,024$ ). Ambos os grupos apresentaram um incremento significativo entre os momentos pré e pós-intervenção de  $6,2 \pm 4,0\text{mm}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 16,1 \pm 10,4$ ;  $d = 1,93$ ) e  $7,3 \pm 6,1\text{mm}$  ( $p = 0,001$ ;  $\Delta\% = 20,9 \pm 20,2$ ;  $d = 1,15$ ) grupos linear e ondulatorio, respectivamente (Tabela 6). Com relação à análise individual, 8 sujeitos obtiveram ganhos com a periodização linear (88,8% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores acima de  $6 \times \text{ETMx2}$  (66,6% da amostra), ao passo que 7 sujeitos obtiveram ganhos a periodização ondulatoria (87,5% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores acima de  $6 \times \text{ETMx2}$  (75% da amostra). Somente dois sujeitos não apresentaram alterações, sendo um de cada modelo de periodização (Figura 7).

**Tabela 6** – Resultados da força máxima, resistência de força e espessura muscular dos momentos pré e pós 9 semanas de intervenção.

Variáveis	Pré	Pós 9 semanas	Cohen (TE) $\Delta\%$	ANOVA 2x2		
				fator tempo valor de <i>P</i>	interação tempo x grupo valor de <i>P</i>	valor de <i>d</i>
<b>1RMsup (kgf)</b>						
Linear	103 ± 22	125 ± 22 <sup>A</sup>	21,1	0,98*	0,001	0,281
Ondulatório	105 ± 26	129 ± 24 <sup>A</sup>	23,2	0,98*		
<b>1RMsup (kgf/kg<sup>-1</sup>)</b>						
Linear	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,2 <sup>A</sup>	17,7	1,30**	0,001	0,552
Ondulatório	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,2 <sup>A</sup>	24,3	1,48**		
<b>60% 1RMsup (rep)</b>						
Linear	14,4 ± 1,9	16,7 ± 3,2	15,4	0,84*	0,104	0,944
Ondulatório	14,0 ± 2,4	15,6 ± 2,3	11,6	0,68*		
<b>60% 1RMsup (kgf)</b>						
Linear	61,8 ± 13,1	72,4 ± 13,1 <sup>A</sup>	17,3	0,81*	0,001	0,234
Ondulatório	62,5 ± 15,3	77,3 ± 14,1 <sup>A</sup>	23,6	1,00*		
<b>60% 1RMsup (kgf/s<sup>-1</sup>)</b>						
Linear	18,2 ± 3,3	24,4 ± 7,2 <sup>A</sup>	34,0	1,11*	0,001	0,694
Ondulatório	19,0 ± 5,0	24,1 ± 7,2 <sup>A</sup>	27,1	0,83*		
<b>EM<sub>PE</sub> (mm)</b>						
Linear	37,7 ± 1,6	45,6 ± 2,7 <sup>A</sup>	20,2	1,26**	0,001	0,314
Ondulatório	41,9 ± 2,0	47,6 ± 1,2 <sup>A</sup>	13,6	1,21**		
<b>EM<sub>BB</sub> (mm)</b>						
Linear	38,7 ± 0,6	44,9 ± 1,5 <sup>A</sup>	16,0	1,93**	0,001	0,692
Ondulatório	40,3 ± 2,7	47,6 ± 1,6 <sup>A</sup>	18,0	1,15*		

**1RMsup** = uma repetição máxima no exercício supino; **EM<sub>BB</sub>** = espessura muscular do bíceps braquial; **EM<sub>PE</sub>** = espessura muscular do peitoral; **TE** = tamanho do efeito; **rep** = repetições. <sup>A</sup> = diferença significativa do momento pré vs pós 9 semanas ( $p < 0,05$ ); \* = TE moderado. \*\* = TE grande.



**Figura 7** – Análise individual das respostas de força máxima e espessura muscular para a periodização linear e ondulatória. **1RMsup** = 1 repetição máxima no exercício supino reto. A faixa cinza corresponde ao ETMx2 da espessura muscular do bíceps, peitoral e da força máxima (1RM supino).

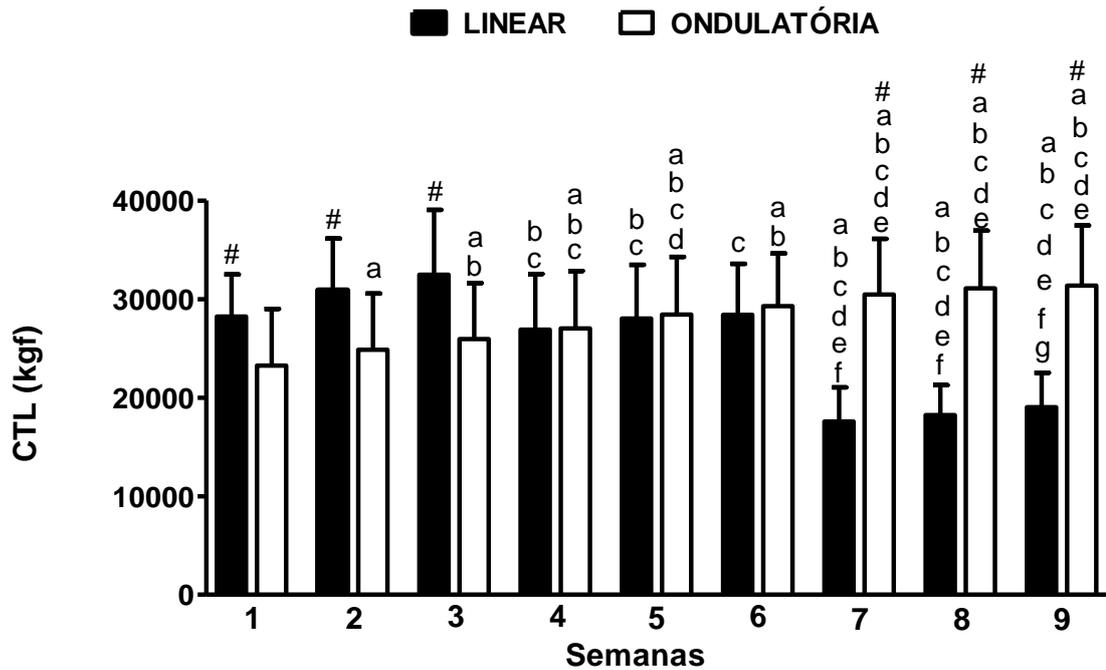
### 5.10 Carga Total Levantada (CTL)

Para a CTL semanal, foi observado um efeito principal significativo para o fator semanas ( $F_{8,56} = 24,832$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,780$ ) e também para a interação grupo x semanas ( $F_{8,56} = 158,411$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,958$ ). Nas comparações intragrupos, o grupo linear apresentou diferenças significantes entre as semanas 1 vs 7 (-10.905,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 8 (-10.292,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 9 (-9520,0 kgf;  $p < 0,001$ ); 2 vs 4 (-4045,4 kgf;  $p = 0,002$ ); 2 vs 5 (-2974,8 kgf;  $p = 0,024$ ); 2 vs 7 (-13.609,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 2 vs 8 (-12.996,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 2 vs 9 (-12.224,0 kgf;  $p < 0,001$ ); 3 vs 4 (-5760,9 kgf;  $p < 0,001$ ); 3 vs 5 (-4690,3,9 kgf;  $p = 0,001$ ); 3 vs 6 (-4302,0 kgf;  $p = 0,047$ ); 3 vs 7 (-15.325,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 3 vs 8 (-14.711,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 3 vs 9 (-13.939,5 kgf;  $p < 0,001$ ); 4 vs 7 (-9564,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 4 vs 8 (-8950,9 kgf;  $p = 0,001$ ); 4 vs 9 (-8178,6

kgf;  $p = 0,001$ ); 5 vs 7 (-10.635,0 kgf;  $p < 0,001$ ); 5 vs 8 (-10.021,5 kgf;  $p < 0,001$ ); 5 vs 9 (-9249,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 6 vs 7 (-11.023,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 6 vs 8 (-10.409,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 6 vs 9 (-9637,5 kgf;  $p < 0,001$ ) e 7 vs 9 (+1385,8 kgf;  $p = 0,011$ ) (Figura 8).

O grupo ondulatorio apresentou diferenças significantes entre as semanas 1 vs 2 (+1622,5 kgf;  $p = 0,016$ ); 1 vs 3 (+2709,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 4 (+3780,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 5 (+5177,3 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 6 (+6039,8 kgf;  $p = 0,011$ ); 1 vs 7 (+7223,5 kgf;  $p < 0,001$ ); 1 vs 8 (+7838,0 kgf;  $p = 0,001$ ); 1 vs 9 (+8138,5 kgf;  $p = 0,004$ ); 2 vs 3 (+1087,3 kgf;  $p = 0,012$ ); 2 vs 4 (+2157,8 kgf;  $p = 0,001$ ); 2 vs 5 (+3554,8 kgf;  $p = 0,001$ ); 2 vs 7 (+5601,0 kgf;  $p = 0,001$ ); 2 vs 8 (+6215,5 kgf;  $p = 0,006$ ); 2 vs 9 (+6516,0 kgf;  $p = 0,013$ ); 3 vs 4 (+1070,5 kgf;  $p = 0,001$ ); 3 vs 5 (+2467,5 kgf;  $p = 0,001$ ); 3 vs 7 (+4513,8 kgf;  $p = 0,001$ ); 3 vs 8 (+5128,3 kgf;  $p = 0,006$ ); 3 vs 9 (+5428,8 kgf;  $p = 0,017$ ); 4 vs 5 (+1397,0 kgf;  $p = 0,004$ ); 4 vs 7 (+3443,3 kgf;  $p = 0,002$ ); 4 vs 8 (+4057,8 kgf;  $p = 0,017$ ); 4 vs 9 (+4358,3 kgf;  $p = 0,045$ ); 5 vs 7 (+2046,3 kgf;  $p = 0,005$ ) e 5 vs 8 (+2660,8 kgf;  $p = 0,042$ ) (Figura 8).

As análises *post hoc* demonstraram diferenças significantes entre os grupos linear e ondulatorio nas semanas 1 (28.222,9  $\pm$  4284,4 kgf vs 23.243,0  $\pm$  5772,7 kgf;  $p = 0,017$ ); 2 (30.898,9  $\pm$  5232,0 kgf vs 24.865,5  $\pm$  5711,2 kgf;  $p = 0,015$ ); 3 (32.484  $\pm$  6572,4 kgf vs 25.952,8  $\pm$  5660,9 kgf;  $p = 0,020$ ); 7 (17.575,8  $\pm$  3455,7 kgf vs 30.466,5  $\pm$  5640,8 kgf;  $p < 0,001$ ); 8 (18.217,8  $\pm$  3053,2 kgf vs 31.081,0  $\pm$  5861,1 kgf;  $p < 0,001$ ) e 9 (19.030,9  $\pm$  3483,2 kgf vs 31.381,5  $\pm$  6093,8 kgf;  $p < 0,001$ ) (Figura 8).

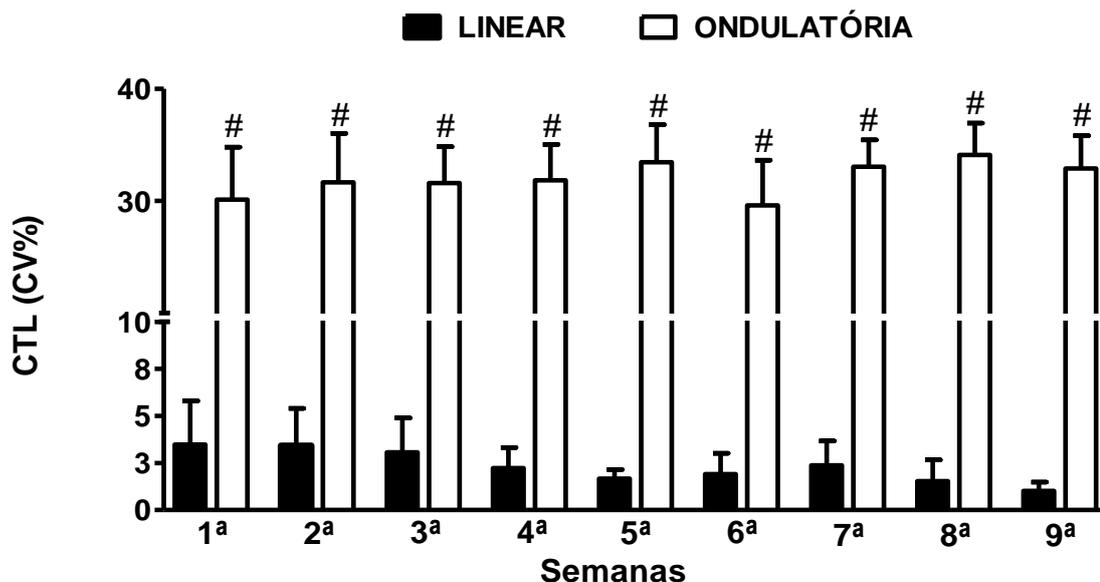


**Figura 8** – Média e desvio padrão da carga total levantada (CTL). **kgf** = quilograma força. **a** = 1ª semana. **b** = 2ª semana. **c** = 3ª semana. **d** = 4ª semana. **e** = 5ª semana. **f** = 6ª semana. **g** = 7ª semana. **a – g** = Diferença significativa entre momentos ( $p < 0,05$ ). **#** = Diferença significativa entre grupos ( $p < 0,05$ ).

### 5.11 Carga Total Levantada – Coeficiente de Variação ( $CTL_{CV\%}$ )

Para a  $CTL_{CV\%}$  semanal, não foi observado um efeito principal significativo para o fator semanas ( $F_{8,56} = 1,523$ ,  $p = 0,170$ ,  $\eta^2_p = 0,179$ ) mas foi observado para a interação grupo x semanas ( $F_{8,56} = 3,797$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,352$ ).

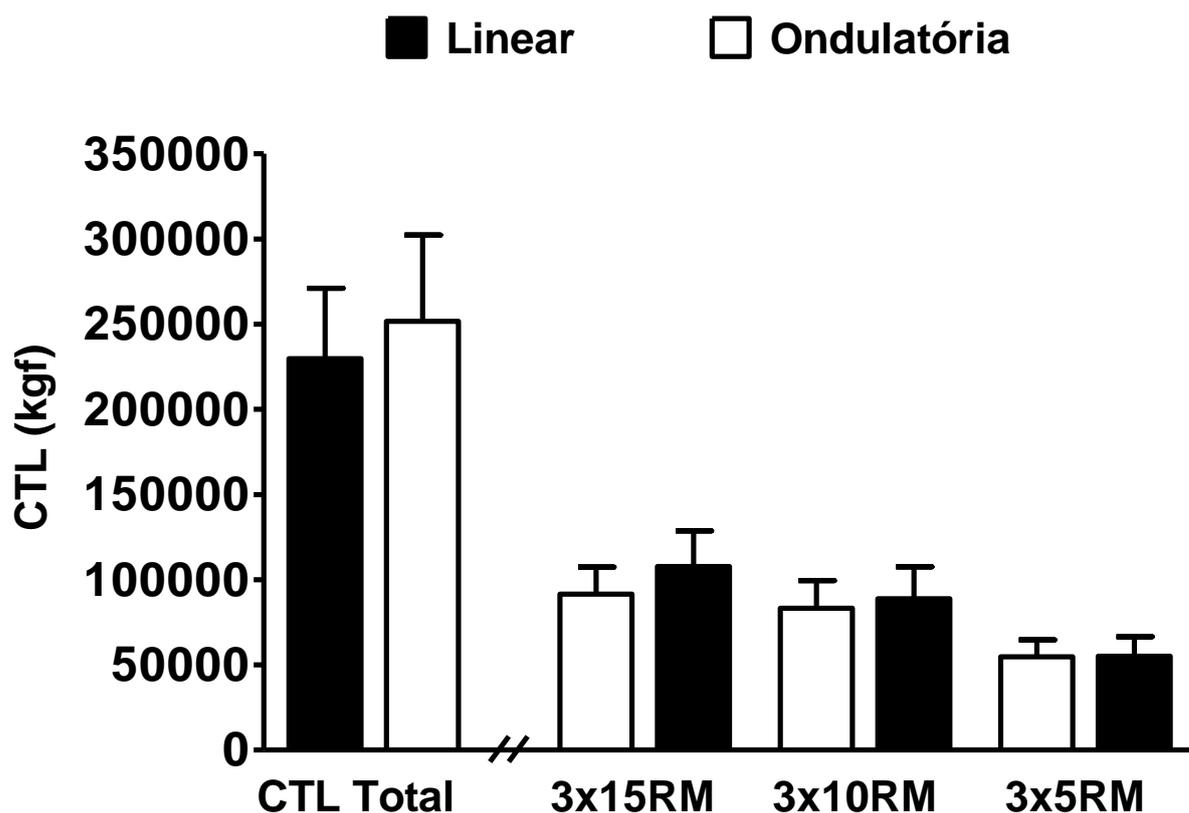
As análises *post hoc* demonstraram diferenças significantes entre os grupos linear e ondulatorio nas semanas 1 ( $3,5 \pm 2,3\%$  vs  $30,1 \pm 4,7\%$ ;  $p < 0,001$ ); 2 ( $3,4 \pm 2,0\%$  vs  $31,7 \pm 4,4\%$ ;  $p < 0,001$ ); 3 ( $3,1 \pm 1,8\%$  vs  $31,6 \pm 3,2\%$ ;  $p < 0,001$ ); 4 ( $2,2 \pm 1,1\%$  vs  $31,8 \pm 3,2\%$ ;  $p < 0,001$ ); 5 ( $1,7 \pm 0,5\%$  vs  $33,5 \pm 3,4\%$ ;  $p < 0,001$ ); 6 ( $1,9 \pm 1,1\%$  vs  $29,6 \pm 4,0\%$ ;  $p < 0,001$ ); 7 ( $2,4 \pm 1,3\%$  vs  $33,0 \pm 2,4\%$ ;  $p < 0,001$ ); 8 ( $1,5 \pm 1,1\%$  vs  $34,5 \pm 2,9\%$ ;  $p < 0,001$ ); 9 ( $1,0 \pm 0,5\%$  vs  $32,9 \pm 2,9\%$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 9).



**Figura 9** – Média e desvio padrão da carga total levantada observada pelo coeficiente de variação percentual (CV%). # = Diferença significativa entre grupos ( $p < 0,001$ ).

## 5.12 CTL TOTAL

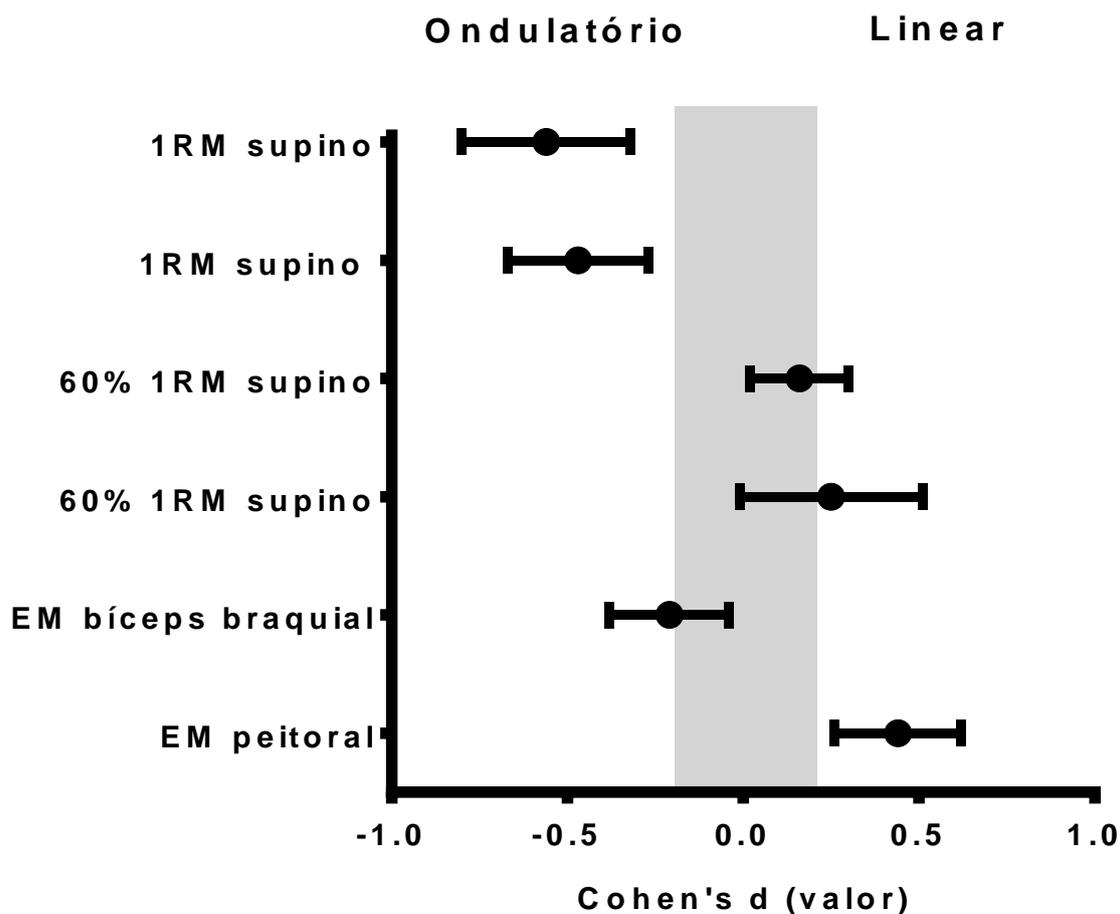
Em relação a  $CTL_{TOTAL}$ , não foi observada diferença significativa intergrupos ( $p = 0,349$ ;  $\Delta\% = 9,6$ ;  $d = -0,47$ ) (Figura 10). Para a  $CTL_{3 \times 15\_TOTAL}$ , não foi observada diferença significativa intergrupos ( $91.606,4 \pm 15.730,3$  kgf vs  $107.765,3 \pm 20.872,8$  kgf;  $p = 0,098$ ;  $\Delta\% = 17,6$ ;  $d = -0,87$ ) (Figura 12). Em relação a  $CTL_{3 \times 10\_TOTAL}$ , não foi observada diferença significativa intergrupos ( $83.333,4 \pm 16.163,0$  kgf vs  $88.818,3 \pm 18.689,5$  kgf;  $p = 0,530$ ;  $\Delta\% = 6,6$ ;  $d = -0,31$ ) (Figura 10). Em relação a  $CTL_{3 \times 5\_TOTAL}$ , não foi observada diferença significativa intergrupos ( $54.824,4 \pm 9950,7$  kgf vs  $55.133,0 \pm 11.511,3$  kgf;  $p = 0,954$ ;  $\Delta\% = 0,6$ ;  $d = -0,03$ ) (Figura 10).



**Figura 10** – Média e desvio padrão da CTL total das 9 semanas de treinamento. Média e desvio padrão da CTL total das 9 sessões de 3 x 5RM, 3 x 10RM, 3 x 15RM.

### 5.13 Tamanho do efeito (TE) grupo x tempo

A diferença absoluta no TE entre grupos após 9 semanas de intervenção foi pequena para todas as variáveis dependentes, 1RM supino reto (kgf) (-0,56, IC 90% = -0,80 para -0,32,  $\Delta\%$  34,7%), 1RM supino reto (kgf/kg<sup>-1</sup>) (0,47, IC 90% = -0,67 para -0,27,  $\Delta\%$  32,3%), 60% 1RM supino reto (repetições) (0,16, IC 90% = 0,02 para 0,30,  $\Delta\%$  26,9%), 60% 1RM supino reto (kgf/s<sup>-1</sup>) (0,25, IC 90% = -0,01 para 0,51,  $\Delta\%$  17,1%), EM bíceps braquial (-0,21, IC 90% = -0,38 para -0,04,  $\Delta\%$  17,2%), EM peitoral (0,44, IC 90% = 0,26 para 0,62,  $\Delta\%$  25,9%) (Figura 11).



**Figura 11** – Diferenças entre grupos das variáveis força máxima no supino reto (1RM supino reto absoluto e relativo), resistência de força (60% 1RM supino reto absoluto e relativo), espessura muscular (EM) do bíceps braquial e peitoral. Foi utilizado o princípio de Cohen do tamanho do efeito (TE)  $\pm$  IC 90% para comparar as diferenças absolutas das variáveis nos momentos pré vs pós 9 semanas. A área cinza representa a magnitude trivial de diferença das variáveis.

## 6 DISCUSSÃO

Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo com desenho experimental equalizado que comparou as alterações na força máxima, resistência de força e espessura muscular (com ferramenta sensível) advindas da periodização linear e ondulatória em sujeitos treinados. Além disso, a análise temporal da CET possibilitou quantificar e comparar as variações no acúmulo das cargas de treinamento, assim como suas respectivas disposições ao longo das 9 semanas. Interessantemente, além de avançar metodologicamente em detrimento às lacunas observadas na literatura, e atendendo a necessidade de constante progressão do conhecimento e das intervenções científicas, acreditamos que o presente estudo inova na proposta de observações individuais para as respostas da espessura muscular e força máxima.

### ***Recordatório nutricional***

Ambos os grupos não apresentaram diferenças no consumo estimado de calorias e macronutrientes durante o período de intervenção. A falta de controle sobre a ingestão nutricional dos sujeitos é um dos fatores limitantes em estudos que investigam a relação dose e resposta da CET, especialmente nos ganhos de força e na hipertrofia muscular (Afonso et al., 2017). Há evidências de que a resposta individual decorrente da CET pode ser influenciada pela composição da ingestão alimentar (Mann, Lamberts e Lambert, 2014), e com isso, poderia confundir o monitoramento do treinamento, e consequentemente, as respostas neuromusculares e morfológicas (Kiely, 2018).

Já é bem estabelecido na literatura, que a suplementação de proteínas potencializa as respostas na hipertrofia muscular e o incremento da força muscular na comparação com grupos que treinaram com a CET equalizada (Phillips, 2016). Somado a isso, na revisão de Afonso et al. (2017) sobre procedimentos metodológicos na periodização do

treinamento, foi detectado que 54,7% dos estudos não reportaram qualquer tipo de informação sobre controle nutricional e suplementação alimentar. Portanto, isto fortalece os achados do presente estudo, em virtude do controle durante o curso do experimento por meio de recordatório nutricional. Conforme descrito na metodologia, portanto, os sujeitos mantiveram seus hábitos nutricionais e não utilizaram quaisquer tipos de suplementos alimentares, tão pouco recursos como esteroides anabolizantes.

### ***Força máxima e resistência de força***

A hipótese inicial era que os dois modelos de periodização induziriam ganhos similares para a força máxima e resistência de força, em virtude da equalização do volume de treinamento, e, conseqüentemente, do acúmulo semelhante de CET. Para a força máxima, observada por meio do teste de 1RM no exercício supino reto, ambos os grupos apresentaram ganhos substanciais entre os momentos pré e pós intervenção e nenhuma diferença significativa foi observada entre grupos. Os incrementos obtidos pelo grupo linear e ondulatório foram percentualmente muito próximos (21,1% e 23,2%, respectivamente), e o TE foi idêntico para ambos (0,98 *moderado*).

Além do resultado absoluto para a força máxima, quando observado relativamente, os sujeitos de ambos os grupos aumentaram a força muscular por quilograma de massa corporal (linear – 17,7% [ $d = 1,30$  *grande*] e ondulatório – 24,3% [ $d = 1,48$  *grande*], respectivamente), e nenhuma diferença significativa foi observada entre grupos. Estes resultados confirmam a hipótese inicial do presente estudo, e estão de acordo com prévios achados da literatura (Rhea et al., 2003; Buford et al., 2007; Peterson et al., 2008; Hartmann et al., 2009; Hoffman et al., 2009; Kok, Hamer e Bishop, 2009; Prestes et al., 2009; Vanni et al., 2010; Miranda et al., 2011; Apel, Lacey e Kell, 2011; De Lima et al., 2012; Simão et al., 2012; Franchini et al., 2015).

Buford et al. (2007) compararam os efeitos de três modelos de periodização equalizados, sendo um modelo linear vs dois modelos de periodização ondulatória (diária e semanal) em sujeitos não treinados ao longo de 9 semanas, com 3 sessões semanais. As cargas de treinamento compreenderam 4RM, 6RM e 8RM nos exercícios supino reto e *leg press*. Todos os grupos aumentaram significativamente a força máxima de membros superiores e inferiores, sem diferenças entre os grupos. Neste sentido, Rhea et al. (2002b) encontraram aumentos significantes na força muscular de membros superiores e inferiores após 12 semanas de periodização linear e ondulatória em sujeitos recreacionalmente ativos, mas sem diferenças entre os grupos. Contudo, maiores percentuais de ganhos foram observados no grupo ondulatório.

Igualmente, mas utilizando uma amostra com maior tempo de experiência (2 anos), Miranda et al. (2011) submeteram sujeitos treinados a periodização linear e ondulatória ao longo de 12 semanas de treinamento, sendo 4 sessões por semana envolvendo diferentes grupos musculares por sessão. Contudo, a aplicação das periodizações ocorreu apenas nos exercícios supino reto e *leg press*, ao passo que os demais exercícios seguiram uma rotina comum (3 x 6 a 8RM). Os volumes e intensidades propostos foram 8 a 10RM, 6 a 8RM e 4 a 6RM, sendo que o período de variação para a periodização linear foi de 4 semanas, ao passo que para o modelo ondulatório a variação foi diária. Ambos os grupos demonstraram aumento significativo na força muscular de membros superiores e inferiores, sem diferenças entre grupos. Contudo, os valores de TE foram maiores no grupo ondulatório, tanto para os incrementos da força de membros inferiores quanto superiores.

Prestes et al. (2009) encontraram maiores percentuais de incremento para a força máxima nos exercícios supino reto, *leg press* e rosca direta na periodização ondulatória em detrimento da linear após 12 semanas de treinamento. Interessantemente, o grupo

ondulatório com apenas 8 semanas apresentou incremento significativo na força máxima observada nos exercícios *leg press* e rosca direta, ao passo que no grupo linear não houve diferenças significantes. Esses resultados sugerem que o modelo ondulatório pode aumentar a força máxima em maior magnitude nos momentos iniciais do programa de treinamento, e com isso, gerar incrementos mais robustos no momento pós intervenção.

Na década de 1980, Poliquin (1988) teorizou que alterações mais frequentes no volume e intensidade podem aumentar os ganhos na força muscular, enquanto que programas que permanecem por maior período de tempo sob os mesmos estímulos podem gerar acomodação, de modo que os sujeitos se acostumam com as cargas, e, com isso, ocorre a estagnação ou efeito platô. Portanto, tem sido proposto que a periodização ondulatória poderia induzir maior estresse no sistema neuromuscular, e, por conseguinte, maiores respostas para a força muscular. Esse conceito concorda com os resultados obtidos por Peterson et al. (2008) e Monteiro et al. (2009).

Peterson et al. (2008) compararam a periodização linear e ondulatória em 14 militares bombeiros ao longo de 9 semanas de treinamento, sendo 3 sessões por semana. As variações nas cargas ocorreram a cada três semanas, e as sessões foram compostas por estímulos de característica hipertrófica, de força máxima e de habilidades específicas dos bombeiros. Ambos os grupos apresentaram melhorias significantes na força muscular de membros superiores e inferiores, mas percentualmente os valores foram maiores para o grupo ondulatório.

Monteiro et al. (2009) compararam esses dois modelos de periodização em 27 sujeitos bem treinados ao longo de 12 semanas de intervenção, sendo que a periodização ondulatória foi o único modelo que aumentou significativamente a força muscular de membros superiores (1RM supino reto) e inferiores (1RM *leg press*) na comparação pré e pós programa de treinamento. No grupo linear, a força de membros inferiores aumentou

significativamente apenas após 8 semanas de treinamento, não havendo ganhos entre a 8ª semana e o momento pós intervenção.

Portanto, o conceito estabelecido por Poliquin (1988) pode explicar estes maiores ganhos absolutos, percentuais e/ou no TE para o modelo ondulatório em detrimento ao linear. No entanto, ainda no estudo de Monteiro et al. (2009), os resultados observados no modelo linear podem ser explicados pela realização de apenas 2 sessões de treinamento na semana, o que, possivelmente, representa pouco estímulo de natureza contínua para estresse neuromuscular.

Como demonstrado, estudos anteriores que compararam estes modelos de periodização apresentam resultados conflitantes em relação aos ganhos de força (Baker, Wilson e Carlyon, 1994; Rhea et al., 2002b; Buford et al., 2007; Peterson et al., 2008; Monteiro et al., 2009; Simão et al., 2012). Isso se deve, em parte, ao fato de observar o fenômeno apenas por meio das inferências estatísticas tradicionais (valor de  $p$ ), e, portanto, a partir da equalização das cargas, os resultados para este olhar estatístico têm sido similares. De fato, alguns autores sugerem que a equalização da CET é o fator determinante para a similaridade dos resultados (Baker, Wilson e Carlyon, 1994), ao passo que outros afirmam que a variação do volume e intensidade são os componentes que verdadeiramente influenciam na relação dose e resposta (Stone et al., 2000).

Alguns estudos, embora também tenham mostrado similaridade dos resultados a partir da equalização do volume de treinamento, já avançaram ao mostrar os valores de TE para os grupos, que, inclusive, parecem ser maiores para o modelo ondulatório em detrimento do linear. Esta observação é importante especialmente em virtude de experimentos cujo número amostral é pequeno, o que é comum nestes desenhos experimentais (Simão et al., 2012). Diante desta perspectiva, os achados do presente estudo corroboram com a literatura, pois ambos os grupos apresentaram incrementos

similares na força máxima absoluta e relativa, mas os valores percentuais absolutos e relativos, e o TE na observação relativa foram maiores para o modelo ondulatório.

No entanto, somente por estas observações o presente estudo apresentaria resultados já observados, conforme descrito anteriormente, e possivelmente, as discussões sobre a efetividade, sobretudo uma possível superioridade de um modelo sobre outro ainda permaneceriam. Porém, o presente estudo avança metodologicamente, e especialmente no sentido das aplicações práticas com sujeitos bem treinados e experientes, pois quando observado a resposta individual, um maior número de sujeitos do grupo ondulatório obteve incrementos de 6 a 10 vezes maior do que o ETMx2 (5 sujeitos – 62,5% da amostra), ao passo que o modelo linear, apenas 1 sujeito apresentou essa magnitude de incremento (11,1% da amostra).

Portanto, fica evidente que os dois modelos de periodização são efetivos para gerar aumento da força máxima, pois todos os sujeitos de ambos os grupos obtiveram ganhos, mas o modelo ondulatório parece apresentar vantagem quando analisado individualmente.

Em relação ao teste de 60% 1RM, quando observada a quantidade de repetições realizadas, não houve diferenças significantes na comparação pré e pós programas de treinamento. Contudo, se observássemos apenas por esta variável dependente, que inclusive, é a mais utilizada na literatura (Rhea et al., 2003; Brigatto et al., 2018), possivelmente o desfecho seria inadequado. Ao observar a carga externa imposta neste teste, na comparação dos momentos pré e pós, ambos os modelos de periodização obtiveram aumentos significantes, sendo 17,3% ( $d = 0,81$  moderado) e 23,6% ( $d = 1,00$  moderado) para linear e ondulatório, respectivamente. Ademais, ambos os grupos também aumentaram significativamente a carga externa levantada por segundo nos

momentos pré pós, sendo 34,0% ( $d = 1,11$ ) e 27,1% ( $d = 0,83$ ) para linear e ondulatório, respectivamente, o que pode representar uma melhoria na eficiência muscular.

Rhea et al. (2003) observaram a resistência de força por meio de 15 semanas de treinamento com 60 sujeitos recreacionalmente ativos, divididos em periodização linear, periodização linear reversa e periodização ondulatória, sendo 3 sessões por semana e alterações no volume e intensidade a cada 5 semanas. As cargas de treinamento compreenderam 25RM, 20RM e 15RM, sendo o volume e intensidade também equalizados nos exercícios supino reto e *leg press*. Todos os grupos aumentaram significativamente a resistência de força, sem diferenças entre os grupos. No entanto, os percentuais de ganhos obtidos na resistência de força foram 55,9%, 54,5% e 72,8% para periodização linear, periodização ondulatória e periodização linear reversa, respectivamente. De forma limitante, a variável observada foi somente o número de repetições realizadas, e, portanto, não apresenta os valores da carga externa imposta, assim como não mensurou o tempo sob tensão durante o teste.

### ***Espessura muscular (hipertrofia) e inchaço muscular***

Em relação à espessura muscular, ambos os grupos apresentaram ganhos significantes entre os momentos pré e pós intervenção e nenhuma diferença foi observada entre grupos. Para a espessura do peitoral, os incrementos obtidos foram de 7,9mm (20,2%,  $d = 1,26$  *grande*) para o grupo linear, e 5,7mm (13,6%,  $d = 1,21$  *grande*) para o grupo ondulatório. Para o nosso conhecimento, até o presente momento, nenhum estudo verificou a espessura muscular do peitoral após modelos de periodização linear e ondulatório, e, portanto, dificulta a comparação destes achados com estudos prévios, especialmente com sujeitos bem treinados. Contudo, a proporção de incremento observado no presente estudo está de acordo com a proporção observada em 9 semanas

de treinamento convencional (3 x 10 repetições a 75% 1RM) em sujeitos destreinados (Ogasawara et al., 2012).

Para a EM do bíceps, os incrementos obtidos foram de 6,2mm (16%,  $d = 1,93$  *grande*) para o grupo linear, e 7,3mm (18%,  $d = 1,15$  *moderado*) para o grupo ondulatório. Os valores absolutos encontrados nos momentos pré e pós intervenção em milímetros estão de acordo com prévios estudos (Simão et al., 2012; Spinetti et al., 2014; Zaroni et al., 2018; Brigatto et al., 2018).

Para este grupo muscular, os achados do presente estudo destoam dos dois únicos estudos que observaram a EM do bíceps (com ultrassom e ressonância magnética) após periodização linear e ondulatória (Simão et al., 2012; Spinetti et al., 2014), pois encontraram incrementos significantes na EM do bíceps apenas nos grupos ondulatórios, respectivamente. A possível explicação para a discrepâncias nos resultados pode ser o tempo de intervenção, a amostra escolhida, a disposição e organização das sessões de TF assim como o momento de variação das cargas de treinamento.

Com relação às respostas individuais, apenas um sujeito de cada modelo de periodização não obteve alterações ao respectivo programa de TF, tanto para o bíceps quanto para o peitoral (11,1% da amostra para o linear, 12,5% da amostra para o ondulatório). Por outro lado, para a EM do peitoral, 8 sujeitos obtiveram incrementos com a periodização linear (88,8% da amostra), sendo que 7 sujeitos apresentaram valores de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2 (77,7% da amostra), ao passo que 7 sujeitos obtiveram incrementos com a periodização ondulatória (87,5% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2 (75% da amostra).

Para a EM do bíceps, 8 sujeitos obtiveram incrementos com a periodização linear (88,8% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2 (66,6% da amostra), ao passo que 7 sujeitos obtiveram incrementos com a

periodização ondulatória (87,5% da amostra), sendo que 6 sujeitos apresentaram valores de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2 (75% da amostra).

Diante desses altos percentuais de ganhos individuais, inclusive altos percentuais para valores considerados de 6 a 10 vezes maiores do que o ETMx2, a hipótese inicial do presente estudo para a EM foi confirmada, e, inclusive, explica os valores de TE (*grande*) encontrados. Outra explicação plausível para esta magnitude de ganhos para ambos os grupos, é o volume prévio de séries realizadas para cada grupamento muscular antes do início do estudo. Em relação ao músculo peitoral, ambos os grupos realizavam em média na semana volumes muito próximos, sendo 22,6 e 22,4 séries para o grupo linear e ondulatório, respectivamente. O mesmo também foi observado para o músculo bíceps, sendo 19 e 18,9 séries para linear e ondulatório, respectivamente. Nos programas periodizados propostos no presente estudo, para cada grupo muscular, foi realizado 9 séries por sessão, e, conseqüentemente, 27 séries por semana.

Portanto, para o músculo peitoral, o volume proposto no presente estudo é 19,4% e 20,5% maior do que o realizado previamente pelos sujeitos do grupo linear e ondulatório, respectivamente, ao passo que, para o músculo bíceps, o volume proposto no presente estudo é 42,1% e 42,8% maior do que o realizado previamente pelos sujeitos do grupo linear e ondulatório, respectivamente. Interessantemente, estes percentuais correspondem ao volume da semana em detrimento ao que faziam previamente ao experimento, e, portanto, a somatização desse maior volume proposto ao longo das 9 semanas pode ser responsável pela grande responsividade na hipertrofia muscular e dos ganhos de força dos sujeitos aos modelos de periodização.

Como já destacado na revisão de literatura, nenhum estudo até o presente momento observou a espessura muscular com ferramenta sensível após estes programas periodizados com sujeitos bem treinados. Com isso, os dados do presente estudo

fornece informações substanciais sobre a CET imposta, e o efeito da equalização sobre os grupos, e, conseqüentemente explica a igualdade dos achados para a hipertrofia muscular de sujeitos bem treinados.

### ***CET (carga total levantada [CTL])***

A hipótese inicial do presente estudo era de que a CET seriam semelhantes para os dois modelos de periodização, isto porque o volume de exercícios, séries, repetições e sessões foram propostos igualmente entre os grupos. No entanto, as variações seguiram os pressupostos para cada modelo de periodização, isto é, o modelo linear variou o volume de treinamento a cada 3 semanas, o que totaliza 3 mesociclos para cada volume de repetições máximas (15RM, 10RM e 5RM). Por outro lado, a periodização ondulatória diária proposta variou a cada sessão de treinamento, mas ambos os modelos totalizaram 9 sessões para cada volume de repetições máximas.

Este desenho experimental foi estabelecido a partir de estudos anteriores que também equalizaram o volume para realizar as comparações destas periodizações (Harries, Lubans e Callister, 2015; Grgic et al., 2017a). Contudo, uma grande limitação na literatura até o momento, era a utilização frequente de amostras pouco treinadas e/ou sedentárias, o que dificulta a generalização dos resultados para sujeitos bem treinados (Harries, Lubans e Callister, 2015; Grgic et al., 2017). Adicionalmente, os estudos anteriores observaram as respostas neuromusculares e morfológicas apenas nos momentos pré e pós intervenção (Baker; Wilson; Carlyon, 1994; Rhea et al., 2002; Buford et al., 2007; Monteiro et al., 2009; Miranda et al., 2011; Simão et al., 2012; Spinetti et al., 2014), ou realizaram várias avaliações da força máxima ao longo da intervenção (Monteiro et al., 2009).

Isto no tocante ao contexto periodizado pode representar um problema, pois observa-se apenas o resultado final, mas pouco se compreende sobre os efeitos da organização, disposição e sobretudo da variação das cargas para alcançar este resultado final. Por isso, o monitoramento da CET pode ser determinante para controlar e progredir ao longo do processo de treinamento (Soligard et al., 2016), e portanto, diferentes modelos de periodização com distintas variações também podem impactar diferentemente entre os sujeitos. Entretanto, para o nosso conhecimento, até o presente momento, nenhum estudo investigou os efeitos da CET em modelos de periodização linear e ondulatório.

Na observação da CTL<sub>SEMANAL</sub> realizada fica evidente o comportamento das cargas para os dois modelos de periodização, isto é, o modelo linear no primeiro mesociclo (3 x 15 RM) mostra o período de maior CET realizada (1ª sem = 28222,9 kgf, 2ª sem = 30898,9 kgf, 3ª sem = 32484,7 kgf), enquanto que no terceiro mesociclo (3 x 5 RM), o modelo linear mostra o período de menor CET realizada (7ª sem = 17575,8 kgf, 8ª sem = 18217,8 kgf, 9ª sem = 19030,9 kgf). Conseqüentemente, o segundo mesociclo (3 x 10 RM), período com volume intermediário em detrimento aos outros dois mesociclos, apresentou valores intermediários para a CET (4ª sem = 26901,2 kgf, 5ª sem = 28028,0 kgf, 6ª sem = 28404,2 kgf).

Por outro lado, o modelo ondulatório apresentou progressão significativa da CTL ao longo de todas as semanas (1ª sem = 23243,0 kgf, 2ª sem = 24865,5 kgf, 3ª sem = 25952,8 kgf, 4ª sem = 27023,3 kgf, 5ª sem = 28420,3 kgf, 6ª sem = 29282,8 kgf, 7ª sem = 30466,5 kgf, 8ª sem = 31081,0 kgf, 9ª sem = 31381,5 kgf). Interessantemente, no segundo mesociclo, ambos os modelos de periodização se equalizam para a CET realizada.

Este comportamento de progressão contínua da CET realizada na periodização ondulatória pode ser comparado com os achados de Prestes et al. (2009), que encontraram aumento da força máxima de membros superiores e inferiores com 8

semanas e, continuamente com 12 semanas, ao passo que o modelo linear não apresentou estes incrementos. Porém, este é o primeiro estudo que apresenta esta evolução contínua do modelo ondulatório ao longo de 9 semanas, e, por conseguinte, pode explicar o maior número de sujeitos que obtiveram ganhos entre 6 a 10 vezes maior que  $ETM_{x2}$  para a força máxima.

Quando verificado os valores de  $CTL_{TOTAL}$  realizada, os resultados mostraram o mesmo comportamento para ambos os modelos de periodização, o que confirma a hipótese inicial do presente estudo, pois não houve diferenças significantes entre os grupos ( $CTL_{TOTAL}$ :  $\neq 21952,2$  kgf,  $\Delta\% = 9,6\%$ ,  $d = -0,47$ ). Em adição, ao olhar isoladamente para cada volume proposto (3 x 5RM, 10RM e 15RM), os modelos de periodização também apresentaram igualdade, independente da disposição em que foram realizados ( $CTL_{3x15RM}$ :  $\neq 16159,3$  kgf,  $\Delta\% = 9,6\%$ ,  $d = -0,47$ ;  $CTL_{3x10RM}$ :  $\neq 5484,9$  kgf,  $\Delta\% = 6,6\%$ ,  $d = -0,31$ ;  $CTL_{3x5RM}$ :  $\neq 308,6$  kgf,  $\Delta\% = 0,6\%$ ,  $d = -0,03$ ).

É importante relacionar, que de fato os modelos de periodização apresentam diferenças percentuais significantes na variação da CET semanal, sendo que o modelo linear apresentou de 1,0% a 3,5% enquanto o modelo ondulatório apresentou de 30,1% a 34,5% de variação ao longo das 9 semanas de treinamento. Conforme já mencionado neste trabalho, a literatura preconiza que o modelo ondulatório possui maior capacidade de gerar estresse neuromuscular, e com isso, maiores ganhos para força muscular. Possivelmente, isto pode reforçar os achados obtidos no TE maior para a força muscular quando observada relativamente, e na responsividade individual do grupo ondulatório.

Contudo, para a espessura muscular, isto é, a hipertrofia muscular, a periodização ondulatória não apresentou resultados mais pronunciados que a linear, mesmo com maior variabilidade da CET. Com isso, é possível afirmar que o modelo linear também é uma excelente estratégia de treinamento para induzir hipertrofia muscular, pois mesmo com

menores percentuais de alteração da CET, mas equalizado, é possível gerar estresse neuromuscular, metabólico, e, claro, síntese proteica.

Para as comparações da diferença absoluta do TE na relação grupo x tempo, após 9 semanas de intervenção os efeitos foram pequenos para todas as variáveis dependentes (1RM supino reto [kgf], 1RM supino reto [kgf/ kg<sup>-1</sup>], 60% 1RM supino reto [rep], 60% 1RM supino reto [kgf/s<sup>-1</sup>], EM bíceps [mm], EM peitoral [mm]).

As respostas decorrentes de modelos de periodização lineares e ondulatórios, especialmente os ganhos de força e hipertrofia muscular, podem ser dependentes da organização, disposição e variação da CET, ou seja, método, intensidade, duração e frequência, assim como de outros fatores, como idade, sexo, histórico de treinamento, aspectos cognitivos, status de treinamento inicial, potencial de recuperação, estressores ambientais, tolerância ao estresse e a genética (Borresen e Lambert, 2009).

## 7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações podem ser destacadas no presente estudo. Dentro dos contextos históricos sobre periodização, o tempo de intervenção pode ser considerado curto, e com isso, diferenças entre os modelos de periodização poderiam ocorrer em períodos maiores de tempo. Porém, 9 semanas de treinamento foram suficientes para gerar incrementos significantes na força e hipertrofia muscular em ambos os grupos. Este período de tempo é fortemente utilizado em estudos randomizados, aplicados no meio esportivo (Monteiro e Lopes, 2015) e do fitness (Ratamess et al., 2009), e, portanto, trata-se de um período de tempo ótimo para gerar adaptações neuromusculares em sujeitos treinados.

A organização da sessão de TF compreendeu apenas exercícios de membros superiores, e, portanto, futuros estudos com sujeitos bem treinados podem expandir a investigação e comparação com a utilização de exercícios para membros inferiores. No entanto, na revisão de literatura foi levantado estudos que utilizaram exercícios de membros inferiores e obtiveram resultados similares ao do presente estudo.

Também não foi possível propor o cruzamento dos modelos de periodização com os mesmos sujeitos. De certa forma, isto limita algumas inferências que poderiam ser realizadas nos resultados, como por exemplo, discutir a variação das respostas nas variáveis dependentes na individualidade dos sujeitos, com desenho experimental do tipo “*Washout*”. Isto ampliaria o entendimento da tese discutida neste trabalho, tendo em vista que o mesmo sujeito pode responder diferentemente a distintas periodizações da CET. Entretanto, é quase impossível este desenho de estudo para a realidade do *fitness*, especialmente em sujeitos bem treinados que possuem certas posturas anedóticas e costumes em seus programas de treinamento.

Além disso, questiona-se fatores éticos durante uma periodização ao submeter um sujeito a um período sem treinamento para uma nova organização de CET, já que uma das premissas é a busca pelo constante aprimoramento e melhorias. Por fim, uma possível estratégia experimental seria submeter os sujeitos a diferentes organizações por membros, e com isso, cruzar os modelos de periodização. Contudo, isto possivelmente diminuiria o número de exercícios realizados por sessão, e, conseqüentemente, perderia potencial de aplicação prática, que é um dos princípios mais preconizados pelo grupo de pesquisa a qual o presente estudo está vinculado.

Finalmente, tem sido questionado a necessidade de um grupo controle para controlar as adaptações do treinamento, e, no caso do presente trabalho, sujeitos submetidos a um grupo não periodizado. De fato, isto ajudaria a compreender melhor os efeitos não só das periodizações, mas do volume de treinamento. Contudo, dada as várias lacunas observadas na literatura frente a comparação das periodizações lineares e ondulatórias (Grgic et al., 2017a; Harries; Lubans; Callister, 2015), o presente estudo se limitou a preencher estas lacunas por meio da amostra escolhida, da ferramenta de maior sensibilidade a observação da hipertrofia muscular, do controle e monitoramento da CET, e das observações individuais. Futuros estudos podem investigar o potencial de um grupo não periodizado, mas com volume equalizado frente a estas comparações.

## 8 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Com relação ao desenvolvimento da força máxima e resistência de força de sujeitos bem treinados, o presente estudo sugere que ambas periodizações são efetivas. Contudo, a implementação de 9 semanas de periodização ondulatória pode resultar maior magnitude de responsividade individual para a força máxima. Profissionais da prescrição do TF e praticantes podem se beneficiar de ambos os modelos, mas frequentes alterações no volume e intensidade pode reduzir a monotonia e aumentar a aderência ao treinamento. Portanto, a escolha pelo modelo pode levar em consideração os objetivos e preferências individuais.

Com relação a espessura muscular, ou seja, a hipertrofia, Grgic et al. (2017) estabeleceram duas perguntas para melhorar a compreensão prática sobre estas duas periodizações: a) Existe diferenças entre os modelos linear e ondulatório para a hipertrofia muscular em indivíduos com experiência prévia de TF? b) Quais são os efeitos dos modelos de periodização quando observada a hipertrofia muscular por meio de ferramenta de maior sensibilidade (ultrassom ou ressonância magnética)? Em resposta a estas duas perguntas, o presente estudo sugere, portanto, que ambos os modelos de periodização foram efetivos para gerar incremento nos músculos peitoral e bíceps em sujeitos bem treinados, sem vantagem de um modelo sobre outro.

Por fim, Dankel et al. (2017b) sugere que futuros estudos realizem avaliações individuais para a hipertrofia muscular, de modo a aumentar a interpretação prática dos efeitos das periodizações. Por meio do presente estudo, podemos observar que um grande percentual da amostra foi responsivo ao seu respectivo modelo de periodização, sendo apenas um sujeito não responsivo para cada uma. Com isso, profissionais e praticantes do TF podem utilizar estas duas estratégias de periodização para alcançar altos níveis de responsividade em seus alunos, clientes e atletas.

## 9 CONCLUSÕES

Considerando as respostas dos grupos, e os efeitos da equalização do volume de treinamento que culminaram com a semelhante CET realizada, ambos os modelos de periodização testados no presente estudo são efetivos para gerar incrementos na força máxima, resistência de força e hipertrofia muscular na mesma magnitude. Portanto, não há vantagem nas respostas neuromusculares e morfológicas de um modelo de periodização sobre o outro. No entanto, a periodização ondulatória apresenta valores percentuais e de TE maiores em detrimento da periodização linear para a força máxima relativa, e sugere que a maior variabilidade da CET, também mostrada no presente estudo, possa gerar maior estresse neuromuscular, e, conseqüentemente maiores efeitos.

Considerando as respostas individuais, ambos os modelos de periodização podem gerar ganhos de força máxima, pois todos os sujeitos obtiveram ganhos independente do grupo. No entanto, percentualmente o modelo ondulatório apresenta vantagem em detrimento ao linear, pois obteve um maior número percentual de sujeitos com ganhos em magnitudes de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2. Na hipertrofia muscular, ambas as periodizações induziram altos percentuais de ganhos tanto para o músculo peitoral, quanto para o bíceps, inclusive, foram suficientes também para gerar altos percentuais de sujeitos com ganhos de 6 a 10 vezes maior que o ETMx2. Contudo, um sujeito de cada modelo de periodização, tanto para o músculo peitoral quanto bíceps, não obtiveram ganhos em seus respectivos modelos de periodização.

## REFERÊNCIAS

ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, p. 174–180, 2000.

AFONSO, J. et al. Is Empirical Research on Periodization Trustworthy? A Comprehensive Review of Conceptual and Methodological Issues. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 16, n. 1, p. 27–34, 2017.

AHMADIZAD, S. et al. Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating periodized resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. **Clinical Biochemistry**, v. 47, n. 6, p. 417–422, 2014.

ANDREAZZI, I. M. et al. Exame pré-participação esportiva e o par-q, em praticantes de academias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 4, p. 272–276, 2016.

APEL, J. M.; LACEY, R. M.; KELL, R. T. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 694–703, 2011.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. Essentials of strength training and conditioning. **Human Kinetics**, 3rd edition, 2008.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The Effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. **J Strength Cond Res**, v. 8, n. 4, p. 235–242, 1994.

BORGES, T. O. et al. Methods for quantifying training in sprint kayak. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 2, p. 474–482, 2014.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The Quantification of Training Load , the Training Response and the Effect on Performance. **Sports Med**, v. 39, n. 9, p. 779–795, 2009.

BOURDON, P. C. et al. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. S12, p. 161, 2017.

BRIGATTO, F. A. et al. Effect of resistance training frequency on neuromuscular performance and muscle morphology after 8 weeks in trained men. **J Strength Cond Res**, v. 6, p. 1–13, 2018.

BUCHHEIT, M. The Numbers Will Love You Back in Return — I Promise. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, p. 551–554, 2016.

BUFORD, T. W. et al. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. **J Strength Cond Res**, v. 21, p. 1245–1250, 2007.

CHRISTEN, J. et al. Temporal Robustness of the Session RPE. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1–21, 2016.

COLQUHOUN, R. J. et al. Comparison of powerlifting performance in trained men using traditional and flexible daily undulating periodization. **J Strength Cond Res**, v. 31, n. 2, p. 283–291, 2017.

COUTTS, A. J.; SLATTERY, K. M.; WALLACE, L. K. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, p. 372–381, 2007.

DAMAS, F. et al. Individual muscle hypertrophy and strength responses to high vs. low resistance training frequencies. **J Strength Cond Res**, Epub ahead of print, 2018.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 485–500, 2018.

DANKEL, S. J. et al. Training to Fatigue: The Answer for Standardization When Assessing Muscle Hypertrophy? **Sports Medicine**, v. 47, n. 6, p. 1021–1027, 2017a.

DANKEL, S. J. et al. The widespread misuse of effect sizes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 5, p. 446–450, 2017b.

DE LIMA, C. et al. Linear and Daily Undulating Resistance Training Periodizations Have Differential Beneficial Effects in Young Sedentary Women. **International Journal Sports Medicine**, v. 33, n. 9, p. 723–727, 2012.

DE SALLES, B. F. et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sportes Medicine**, v. 39, n. 9, p. 765–777, 2009.

ENG, J. Sample Size Estimation: How Many Individuals Should Be Studied? **Radiology**, v. 227, n. 2, p. 309–313, 2003.

ESFORMES, J. I.; NARICI, M. V; MAGANARIS, C. N. Measurement of human muscle volume using ultrasonography. **European Journal of Applied Physiology**, v. 87, p. 90–92, 2002.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 6, p. 578–586, 2003.

FINK, J. et al. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1–8, 2016.

FLEISS, J. L. Analysis of Data from Multiclinic Trials. **Controlled Clinical Trials**, v. 7, n. 4, p. 267–275, 1986.

FOSCHINI, D. et al. Treatment of Obese Adolescents : The Influence of Periodization Models and ACE Genotype. **Obesity**, v. 18, n. 4, p. 766–772, 2010.

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

FOSTER, C.; RODRIGUEZ-MARROYO, J. A.; KONING, J. J. DE. Monitoring Training Loads : The Past , the Present , and the Future Monitoring Training Loads : The Past, the Present, and the Future. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 2, p. S2-2-S2-8, 2017.

FRANCHINI, E. et al. Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological and performance responses to simulated judo matches. **J Sports Sci Med**, v. 29, n. 2, p. 358–367, 2015.

FRY, A. C. et al. Performance decrements with high-intensity resistance exercise overtraining. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 26, p. 1165–1173, 1994.

GONZALEZ, A. M. et al. Association between myosin heavy chain protein isoforms and intramuscular anabolic signaling following resistance exercise in trained men. **Physiol Rep**, v. 3, n. 1, p. e12268, 2015.

GRGIC, J. et al. Effects of linear and daily undulating periodized resistance training programs on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Peer J**, v. 22, n. 2010, p. 1–20, 2017a.

GRGIC, J. et al. Should resistance training programs aimed at muscular hypertrophy be periodized? A systematic review of periodized versus non-periodized approaches. **Science and Sports**, v. 33, n. 3, p. 1–8, 2017b.

HAFF, G.; TRIPLETT, T. **Essentials of strength training and conditioning**. 4<sup>a</sup> edition.

HARRIES, S. K.; LUBANS, D. R.; CALLISTER, R. Systematic review and meta-analysis of linear and undulating periodized resistance training programs on muscular strength. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 4, p. 1113–1125, 2015.

HARRIES, S. K.; LUBANS, D. R.; CALLISTER, R. Comparison of resistance training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 2, p. 163–169, 2016.

HARTMANN, H. et al. Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 7, p. 1921–1932, 2009.

HELMS, E. R. et al. Application of the Repetitions in Reserve- Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 38, n. 4, p. 42–49, 2016.

HOFFMAN, J. R. et al. Comparison Between Linear and Nonlinear In-Season Training Programs in Freshman. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 561–565, 2003.

HOFFMAN, J. R. et al. Comparison between different off-season resistance training programs in division iii american college football players. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 11–19, 2009.

HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–13, jan. 2009.

HOPKINS, W. G. Individual responses made easy. **J App Physiol**, v. 118, p. 1444–1446, 2015.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Internal and External Training Load : 15 Years On. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, p. 1–4, 2019.

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

INOUE, D. S. et al. Journal of Diabetes and Its Complications Linear and undulating periodized strength plus aerobic training promote similar benefits and lead to improvement of insulin resistance on obese adolescents. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 29, n. 2, p. 258–264, 2015.

ISSURIN, V. New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization Block Periodization : New Horizon or a False Dawn? **Sportes Medicine**, v. 40, n. 3, p. 803–807, 2010.

JENKINS, N. D. M. et al. Muscle activation during three sets to failure at 80 vs. 30 % 1RM resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 11, p. 2335–2347, 2015.

JONES, C. M.; GRIFFITHS, P. C.; MELLALIEU, S. D. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 943–974, 2017.

KIELY, J. Periodization Paradigms in the 21st Century: Evidence-Led or Tradition-Driven? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 7, n. 3, p. 242–250, 2012.

KIELY, J. Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 753–764, 2018.

KLEMP, A. et al. Volume-Equated High and Low Repetition Daily Undulating Programming Strategies Produce Similar Hypertrophy and Strength Adaptations. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, p. 1–7, 2016.

KOK, L. **Comparing linear and undulating periodisation for improving and maintaining muscular strength qualities in women**. The University of Western Australia, 2006.

KOK, L. Y.; HAMER, P. W.; BISHOP, D. J. Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 9, p. 1797–1807, 2009.

LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a

practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in psychology**, v. 4, p. 863, 2013.

LAKENS, D. Lakens D . Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science : a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in psychology**, v. 4, n. 2013, p. 863, 2014.

LOPES, C. R. et al. Efeito do intervalo entre sessões de exercício de força sobre o desempenho neuromuscular. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v. 20, n. 5, p. 402–405, 2014.

MANN, J. B. et al. The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 7, p. 1718–1723, 2010.

MANN, T. N.; LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. High Responders and Low Responders : Factors Associated with Individual Variation in Response to Standardized Training. **Sports Med**, v. 44, n. 8, p. 1113–1124, 2014.

MARCHETTI, P. H. et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. **Brazilian Journal of sports and Exercise Research**, v. 1, n. 2, p. 135–142, 2010.

MARX, J. O. et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medical Science Sports exercise**, v. 33, n. 4, p. 635–643, 2001.

MATTOCKS, K. T. et al. Periodization: What is it good for? **Journal of Trainology**, v. 5, p. 6–12, 2016.

MCGUIGAN, M. R.; FOSTER, C. A New Approach to Monitoring Resistance Training. **National**, v. 26, n. 6, p. 42–47, 2004.

MIRANDA, F. et al. effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 7, p. 1824–1830, 2011.

MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 71–77, 2012.

MONTEIRO, A. G. et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 4, p. 1321–1326, 2009.

MONTEIRO, A.; LOPES, C. R. **Periodização esportiva: estruturação do treinamento**. 2ª ed. São Paulo: Editora AG, 2015.

MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained. **J App Physiol**, v. 121, n. 1, p. 219 – 138, 2016.

NACLERIO, F.; MOODY, J.; CHAPMAN, M. L. Applied periodization : a methodological approach. **Journal of Human Sports and Exercise**, v. 8, n. 2, p. 350–366, 2013.

OGASAWARA, R. et al. Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training Time c. **Interventional Medicine and Applied Science**, v. 4, n. 4, p. 217–220, 2012.

PETERSON, M. D. et al. Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 5, p. 1683–1695, 2008.

PHILLIPS, S. M. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. **Nutrition & Metabolism**, v. 13, n. 1, p. 1–9, 2016.

POLIQUN, C. Five steps to increasing the effectiveness of your strength training program. **Strength and Conditioning Journal**, v. 10, n. 3, p. 34–39, 1988.

POLLOCK, M. L. et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 975–991, 1998.

PRESTES, J. et al. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. **J Strength Cond Res/National Strength & Conditioning Association**, v. 23, n. 9, p. 2437–2442, 2009.

PRESTES, J. et al. Understanding the individual responsiveness to resistance training periodization. **Age**, v. 37, n. 3, p. 9793, 2015.

RATAMESS, N. A. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **American College of Sports Medicine**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

RHEA, M. et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. **J Strength Cond Res**, v. 17, p. 82–87, 2003.

RHEA, M. R. et al. A comparison of linear and daily undulating periodized strength training programs. **J Strength Cond Res**, v. 16, n. 2, p. 250–255, 2002a.

RHEA, M. R. et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. **J Strength Cond Res**, v. 16, n. 2, p. 250–255, 2002b.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, 2003.

SCHOENFELD, B. J. et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 7, p. 1821–1829, 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Varied Versus Constant Loading Zones on Muscular Adaptations in Trained Men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 6, p. 442–447, 2016a.

SCHOENFELD, B. J. et al. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, p. 1–10 p, 2016b.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.

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

SEYLE, H. **Stress without distress**. New York.

SIMÃO, R. et al. Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: Hypertrophic and strength effects. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 5, p. 1389–1395, 2012.

SKELTON, D. A. et al. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. **J Am Geriatr Soc**, v. 43, n. 10, p. 1081–1087, 1995.

SOLIGARD, T. et al. How much is too much ? ( Part 1 ) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 17, p. 1030–1041, 2016.

SOUZA, E. O. et al. Early Adaptations to Six Weeks of Non-Periodized and Periodized Strength Training. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. June, p. 604–609, 2014.

SPINETI, J. et al. The effects of exercise order and periodized resistance training on maximum strength and muscle thickness. **International SportMed Journal**, v. 15, n. 4, p. 374–390, 2014.

STONE, M. H. et al. Comparison of the Effects of Three Different Weight-Training Programs on the One Repetition Maximum Squat. **J Strength Cond Res**, v. 14, n. 3, p. 332–337, 2000.

STONE, M. H.; O'BRYANT, H.; GARHAMMER, J. A hypothetical model for strength training. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 21, n. 4, p. 342–351, 1981.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6ª edição ed. Porto Alegre.

VANNI, A. C. et al. Comparison of the effects of two resistance training regimens on muscular and bone responses in premenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 21, n. 9, p. 1537–1544, 2010.

VESTERINEN, V. et al. Heart rate-running speed index may be an efficient method of monitoring endurance training adaptation. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 4, p. 902–908, 2014.

WALTON, J. M.; ROBERTS, N.; WHITEHOUSE, G. H. Measurement of the quadriceps

femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. **British Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 59–64, 1997.

WEISSGERBER, T. L. et al. Beyond Bar and Line Graphs: Time for a New Data Presentation Paradigm. **PLoS biology**, v. 13, n. 4, p. 1–10, 2015.

YASUDA, T. et al. Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy : A pilot study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 30, p. 338–343, 2010.

ZARONI, R. S. et al. High resistance-training frequency enhances muscle thickness in resistance-trained men. **J Strength Cond Res**, 2018.

ZOURDOS, M. C. et al. Modified daily undulating periodization model produces greater performance than a traditional configuration in powerlifters. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 1, p. 784–791, 2016.

## ANEXOS

### ANEXO I. PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

UNIÃO DAS INSTITUIÇÕES DE  
SERVIÇO, ENSINO E  
PESQUISA - UNISEPE



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS CRÔNICOS DE DIFERENTES MODELOS DE PERIODIZAÇÃO ONDULATÓRIA EM PARÂMETROS METABÓLICOS, PSICOFISIOLÓGICOS, DE PERFORMANCE E NA HIPERTROFIA MUSCULAR DE HOMENS TREINADOS EM

**Pesquisador:** Moisés Diego Germano

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 76695317.2.0000.5490

**Instituição Proponente:** União das Instituições de Serviço, Ensino e Pesquisa - UNISEPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.296.408

##### Apresentação do Projeto:

O projeto encontra-se muito bem descrito e com todas as etapas da pesquisa planejadas. Aborda temática relevante à produção de conhecimento.

##### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo será investigar os efeitos crônicos de dois modelos equalizados de periodização ondulatória em sujeitos fisicamente ativos e experientes no TF por 8 semanas, em parâmetros metabólicos, psicofisiológicos, de performance e na hipertrofia muscular.

Objetivos Específicos

- Comparar os efeitos dos modelos de periodização ondulatória nas respostas metabólicas.
- Comparar os efeitos dos modelos de periodização ondulatória na magnitude da carga interna de treinamento.
- Comparar a qualidade da recuperação neuromuscular ao longo das semanas de treinamento a partir dos modelos de periodização ondulatória.
- Comparar os ganhos de força máxima entre os modelos de periodização

**Endereço:** JOAO BEIRA 46/50

**Bairro:** PARQUE MODELO

**CEP:** 13.905-529

**UF:** SP

**Município:** AMPARO

**Telefone:** (19)3907-9870

**Fax:** (19)3907-9870

**E-mail:** cep@unifia.edu.br

UNIÃO DAS INSTITUIÇÕES DE  
SERVIÇO, ENSINO E  
PESQUISA - UNISEPE



Continuação do Parecer: 2.296.408

ondulatória.

- Comparar os ganhos de força observados pela carga total levantada (toneladas) ao longo das semanas de treinamento com diferentes modelos de periodização ondulatória.

-Comparar a espessura e o inchaço muscular promovido pelos diferentes modelos de periodização ondulatória.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: poderão estar relacionados ao teste de 1 repetição máxima. Dentre os possíveis desconfortos estão náuseas, vômitos, enjoos, lesões musculares ou articulares. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (American College of Sports Medicine).

Porém, a análise descrita acima é

rotineira em programas de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos alunos. Cabe destacar que todos os procedimentos serão monitorados com controle de pressão arterial e, sempre com a presença de um profissional de saúde no local.

**Benefícios**

Obter respostas quanto as adaptações na força muscular e espessura muscular frente a diferentes modelos de periodização ondulatória (musculação). Estes conhecimentos poderão ser úteis para uma melhor orientação e prescrição de atividades físicas e sua relação com efeitos sobre a força motora e espessura muscular. Além disso, os participantes receberão informações sobre níveis de aptidão muscular e espessura muscular, contribuindo para a saúde dos mesmos. Os conhecimentos obtidos por meio dessa pesquisa poderão potencializar a atuação profissional e acadêmica na área de Educação Física em treinamento físico e esportivo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante em virtude da escassez de estudo na área.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos exigidos foram apresentados.

UNIÃO DAS INSTITUIÇÕES DE  
SERVIÇO, ENSINO E  
PESQUISA - UNISEPE



Continuação do Parecer: 2.296.408

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências ou inadequações.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_996008.pdf	15/09/2017 14:15:14		Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	15/09/2017 14:13:15	Moisés Diego Germano	Aceito
Outros	LOCAL_DE_COLETA.jpg	12/09/2017 16:37:24	Moisés Diego Germano	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	12/09/2017 16:36:06	Moisés Diego Germano	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_TF_12_09_2017.pdf	12/09/2017 16:35:08	Moisés Diego Germano	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

AMPARO, 25 de Setembro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Demetrius Paiva Arçari**  
**(Coordenador)**

**ANEXO II. QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA****(PAR-Q)**

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação por um médico antes do início da atividade física. Caso você responda "sim" a uma ou mais perguntas, converse com seu médico ANTES de aumentar seu nível atual de atividade física. Mencione este questionário e as perguntas às quais você respondeu "sim". Por favor, assinale "sim" ou "não" às seguintes perguntas:

1) Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?

( ) sim ( ) não

2) Você sente dores no peito quando pratica atividade física?

( ) sim ( ) não

3) No último mês, você sentiu dores no peito quando pratica atividade física?

( ) sim ( ) não

4) Você apresenta desequilíbrio devido a tontura e/ou perda de consciência?

( ) sim ( ) não

5) Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?

( ) sim ( ) não

6) Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?

( ) sim ( ) não

7) Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve praticar atividade física?

( ) sim ( ) não

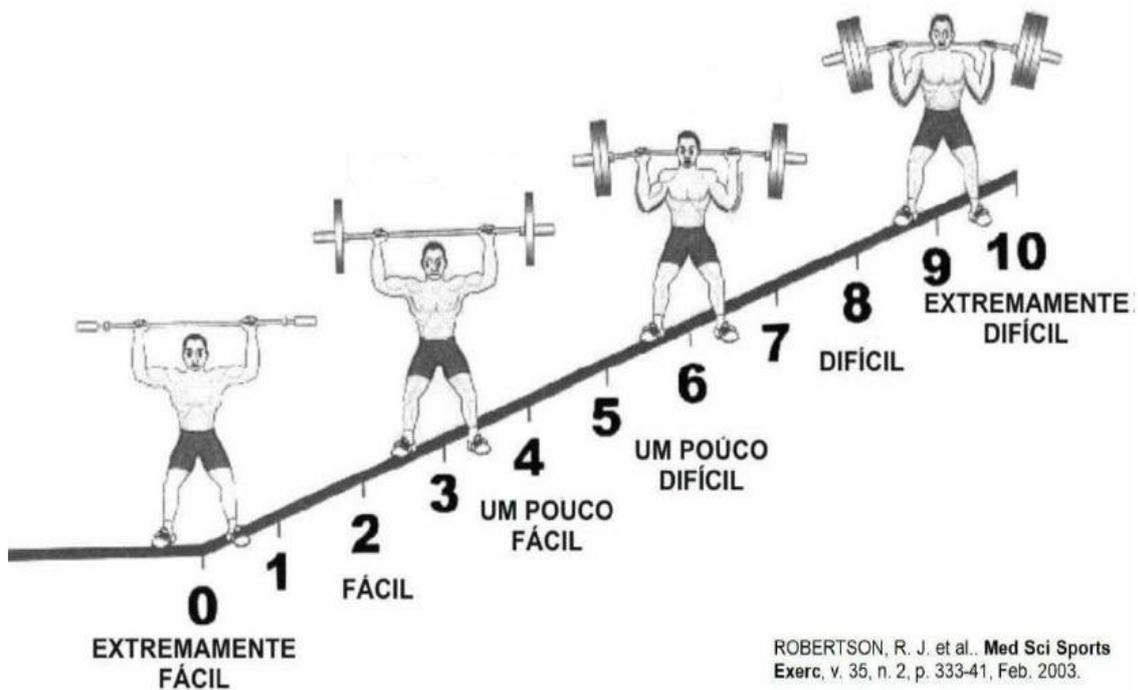
Data, nome completo e assinatura: \_\_\_\_\_

### ANEXO III. ESCALA DE REPETIÇÕES EM RESERVA (RIR)

10	Esforço máximo
9.5	Sem mais repetições, mas poderia aumentar a carga
9	1 repetição restante
8.5	1-2 repetições restantes
8	2 repetições restantes
7.5	2-3 repetições restantes
7	3 repetições restantes
5-6	4-6 repetições restantes
3-4	Esforço leve
1-2	Pouco ou nenhum esforço

## ANEXO IV. ESCALA DE OMNI

COMO FOI A INTENSIDADE DE SUA SESSÃO DE TREINAMENTO ?



## APÊNDICES

### APÊNDICE I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma.

**Título do Projeto:** Efeitos crônicos de diferentes modelos de periodização em homens treinados em força.

**Pesquisador Responsável:** Prof. Ms. Moisés Diego Germano CREF 094751-G/SP.

**Telefone para contato** (inclusive ligações a cobrar): (19) 996401502

**Pesquisadores participantes:** Prof. Dr. Charles Lopes.

1) A pesquisa terá como objetivo comparar cronicamente os efeitos de “diferentes modelos de periodização em homens treinados em força”. Você será submetido a uma avaliação de ultrassonografia, 1 teste de uma repetição máxima (1RM) e 1 teste de resistência com 60% do valor (60%1RM) encontrado no teste de 1RM. No primeiro você permanecerá deitado em repouso na maca, enquanto um técnico treinado em imagens realiza os exames de ultrassonografia. Trata-se de exame não invasivo, não apresenta riscos ou efeitos adversos. O exame consiste em aplicação de gel solúvel em água nas regiões analisadas (braço direito) e o posicionamento do transdutor nesses locais para aquisição das imagens. No teste de 1RM você colocará a intensidade (peso) para a realização dos exercícios (você define). No teste de 60%1RM você vai realizar o máximo de repetições que conseguir podendo encerrar a série de repetições no momento que quiser. Essas avaliações serão realizadas em dias distintos, com um intervalo de 24-48h entre as mesmas. Nas avaliações existe um risco mínimo de complicações, como cansaço, dor na musculatura envolvida, tontura e distúrbios

cardiovasculares. Para minimizar este risco, os testes serão todos supervisionados por profissional de Educação Física, aptos a atendimento de emergência no próprio espaço da pesquisa. Posteriormente as avaliações, você será submetido a 9 semanas de treinamento (musculação). Nesse período, você vai realizar um total de 27 (3 dias por semana). As sessões de exercícios duram em torno de ~35-60 minutos, onde você irá definir a carga entre 5-15 repetições. Os pesquisadores irão realizar algumas perguntas durante a avaliação e sessão de exercício por meio de escalas subjetivas (relativas ao esforço). Após o período de 9 semanas de treinamento, você realizará novamente os testes descritos anteriormente (ultrassonografia, 1RM e 60%1RM).

**2)** Os principais riscos envolvidos neste estudo estão relacionados ao teste de 1 repetição máxima. Dentre os possíveis desconfortos estão náuseas, vômitos, enjoos, lesões musculares ou articulares. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (*American College of Sports Medicine*). Porém, a análise descrita acima é rotineira em programas de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos alunos. Cabe destacar que todos os procedimentos serão monitorados com controle de pressão arterial e, sempre com a presença de um profissional de saúde no local.

**3)** Os benefícios do estudo estão, principalmente, em se obter respostas quanto as adaptações na força muscular e espessura muscular frente a diferentes modelos de periodização (musculação).

**4)** Estes conhecimentos poderão ser úteis para uma melhor orientação e prescrição de atividades físicas e sua relação com efeitos sobre a força motora e espessura muscular. Além disso, os participantes receberão informações sobre níveis de aptidão muscular e espessura muscular, contribuindo para a saúde dos mesmos.

**5)** Deverá ser feito jejum de grandes refeições (exemplo: café da manhã, almoço) de aproximadamente 1 hora antes das avaliações e sessões de treinamento realizadas, para diminuir os riscos de desconforto. Ao sinal de qualquer sintoma de desconforto, durante qualquer fase do estudo, os procedimentos serão interrompidos. As avaliações deverão ser feitas com roupas leves e claras, bem como calçados apropriados.

**6)** Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo e apenas serão divulgados em publicações científicas, não sendo mencionados dados pessoais. Caso deseje, você poderá pessoalmente tomar conhecimento dos resultados ao final das

etapas do estudo, e/ou eventuais esclarecimentos sobre todos os procedimentos em qualquer fase do trabalho.

**7)** Há a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A desistência não causará nenhum prejuízo à saúde ou bem estar físico, e ficamos à disposição para eventuais dúvidas, mesmo após o término do estudo ou da sua retirada dele.

**8)** Qualquer possível desconforto provocado pelos procedimentos desta pesquisa será prontamente atendido e/ou em casos mais cuidadosos, terá assistência médica no Hospital Municipal de Amparo/SP.

**Eu:**.....

**Data de Nascimento:**...../...../.....

**RG :**.....

**Endereço:**.....

.....**No**.....**Compl.:**.....

**Bairro:**.....**Cidade**.....

**CEP**.....**Telefone**(.....)

**E-Mail:**.....

Declaro que após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, aceito participar da presente pesquisa.

Amparo, de de 2017.

---

(Assinatura Voluntário)

## APÊNDICE II. RECORDATÓRIO ALIMENTAR

### Formulário de recordatório de 24 horas

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Refeições	ALIMENTOS	Preparações e adições	QUANTIDADES (medidas caseiras)	
<b>Desjejum</b> <b>Horário</b> _____				
<b>Colação</b> <b>Horário</b> _____				
<b>Almoço</b> <b>Horário</b> _____				
<b>Lanche</b> <b>Horário</b> _____				

Jantar Horário <hr/>				
Ceia Horário <hr/>				
fora de hora (pizzas, lanches, etc.)				

## APÊNDICE III.

### PRODUÇÃO ACADÊMICA DO DISCENTE DURANTE O PERÍODO DE DOUTORADO.

#### Artigos completos publicados em periódicos

GERMANO, M. D. et al. High Intensity Interval Training : Cardiorespiratory Adaptations, Metabolic and Performance. **International Journal of Sports Science**, v. 5, n. 6, p. 240–247, 2015a.

GERMANO, M. D. et al. Efeito de diferentes tempos de pausas passivas no treinamento intervalado de alta intensidade. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 9, n. 52, p. 206–215, 2015b.

LOPES, C. R. et al. Effects of Pre-Season Short-Term Daily Undulating Periodized Training on Muscle Strength and Sprint Performance of Under-20 Soccer Players. **International Journal of Science Culture and Sports**, v. 3, n. June, p. 64–72, 2015.

BELOZO, F. L. et al. Efeito de sete semanas de preparação integrada para atletas de futebol da categoria sub20. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 24, n. 3, p. 70–81, 2016.

BRAZ, T. V. et al. Chronic effect of different load distributions on the autonomic heart rate modulation. **Journal of Exercise Physiology**, v. 19, n. 2, p. 55–67, 2016.

CORRÊA, D. A. et al. Effect of 29 Weeks of Periodized Soccer Training on the Neuromuscular Performance of Soccer Players Under 20 Years of Age. **Journal of Exercise Physiology**, v. 19, n. 4, p. 32–41, 2016.

SANTOS, R. W. et al. Efeito da carga interna de treinamento sobre o VO<sub>2</sub>máx de mulheres adultas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 24, n. 1, p. 43–51, 2016.

BRAZ, T. V. et al. Relation between different variables of vertical jumps and sprints in brazilian professional soccer players. **Journal of Exercise Physiology**, v. 20, n. 1, p. 33–46, 2017.

GERMANO, M. D. et al. Effect of different pre-conditioning activities on repeated sprint ability in professional handball players. **Journal of Exercise Physiology**, v. 20, n. 3, p. 141–155, 2017a.

GERMANO, M. D. et al. Different passive recovery times between repeated maximal sprints influence in performance and lactate removal. **Journal of Exercise Physiology**, v. 20, n. 5, p. 80–89, 2017b.

JERÔNIMO, D. P. et al. Caffeine potentiates the ergogenic effects of creatine. **Journal of Exercise Physiology**, v. 20, n. 6, p. 66–77, 2017.

ORNELAS, F. et al. Daily Monitoring of the internal training load by the heart rate variability: a case study. **Journal of Exercise Physiology**, v. 20, n. 1, p. 151–163, 2017.

SILVA, E. et al. Análise qualitativa sobre o conhecimento da pausa de treino durante uma sessão de treinamento de força por profissionais de educação física. **Revista CPAQV**, v. 9, n. 3, p. 1–8, 2017.

BRIGATTO, F. A. et al. Effect of resistance training frequency on neuromuscular performance and muscle morphology after 8 weeks in trained men. **J Strength Cond Res**, v. 6, p. 1–13, 2018.

GERMANO, M. D. et al. Duas semanas de pré-temporada melhoram a velocidade e força máxima de membros inferiores em jogadores profissionais de futebol? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 26, n. 2, p. 18–23, 2018.

LOPES, C. R. et al. Effect of Rest Interval Length Between Sets on Total Load Lifted and Blood Lactate Response During Total-Body Resistance Exercise Session. **Asian Journal of Sports Medicine**, p. 1–7, 2018.

ZARONI, R. S. et al. High resistance-training frequency enhances muscle thickness in resistance-trained men. **J Strength Cond Res**, 2018.

#### **Artigos completos em processo de avaliação em periódicos 2019**

GERMANO, M. D. et al. Effect of different recoveries during HIIT sessions on metabolic and cardiorespiratory responses and sprint performance in healthy men. **J Strength Cond Res**, 2019.

SINDORF, M. A. G. et al. Manipulating rest in high intensity interval training does not improve EPOC and fat oxidation during post-exercise recovery. **J Strength Cond Res**, 2019.

#### **Livro no formato e-book publicado**

HARTZ, C., BRIGATTO, F. A., GERMANO, M. D. **Fisiologia Humana e Bioquímica. Universidade Positivo**. 2017, 1ª edição, 176 páginas, ISBN: 978-85-8486-287-0.

#### **Resumos expandidos publicados em anais de congressos**

CARTAROZZI, D. F.; COSTA, A. G.; FIORANTE, F. B.; **GERMANO, M. D.**; TOLEDO, N. Diferentes tempos de pausa entre séries no treinamento de força podem induzir alterações no load? In: 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica - CONIC/SEMESP, 2016, São Paulo. Treinamento Esportivo, 2016.

BRAZ, T. V.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A. G.; LOPES, C. R. Relação do limiar da variabilidade da frequência cardíaca com a ativação parassimpática em repouso de mulheres adultas saudáveis. In: 13ª Mostra Acadêmica UNIMEP (13º Congresso de Pós-Graduação), 2015, Piracicaba. Universidade e Sociedade: inserção, participação e responsabilidade social, 2015. v. 1. p. 1-5.

**GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A. G.; BRAZ, T. V.; LOPES, C. R. Efeito de diferentes

sessões de treinamento de força sobre o curso temporal da recuperação de parâmetros de performance neuromuscular. In: 13ª Mostra Acadêmica UNIMEP (13º Congresso de Pós-Graduação), 2015, Piracicaba. Universidade e Sociedade: inserção, participação e responsabilidade social, 2015.

### Resumos publicados em anais de congressos

MORAES, P. H. R.; TERADA, M. M. S.; JERONIMO, D. P.; **GERMANO, M. D.** Análise da Velocidade e Força do Chute Lateral de Atletas de Diferentes Artes Marciais. In: 38º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2015, São Paulo. Jogos Olímpicos na Visão das Ciências do Esporte. São Paulo: Revista Brasileira de Ciências e Movimento, 2015. v. 23. p. 133.

ALVES, A. P.; SILVA, K. C.; BATISTA, D. R.; MENEGHEL, V.; ORNELAS, F.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A. G.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Relação do limiar ventilatório e ponto de compensação respiratória com provas de 5KM. In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.

ORNELAS, F.; SILVA, K.; ALVES, A. P.; BATISTA, D. R.; MENEGHEL, V.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A. G.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Relação do acúmulo de carga interna de treinamento e frequência cardíaca de repouso. In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.

PELLISSARI, M. H. F.; ORNELAS, F.; MENEGHEL, V.; BATISTA, D. R.; SILVA, K.; ALVES, A. P.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Efeito hipotensor após sessão de treinamento de força em homens jovens treinados. In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.

MENEGHEL, V.; BATISTA, D. R.; PELLISSARI, M. H. F.; ORNELAS, F.; ALVES, A. P.; SILVA, K.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A. G.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Percentual da carga externa de treinamento por exercício em uma sessão de treino de resistência de força. In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.

BATISTA, D. R.; MENEGHEL, V.; SILVA, K.; ALVES, A. P.; ORNELAS, F.; PELLISSARI, M. H. F.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Relação da carga interna de treinamento com a quilagem da sessão de resistência de força. In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.

SILVA, K.; ALVES, A. P.; BATISTA, D. R.; MENEGHEL, V.; ORNELAS, F.; **GERMANO, M. D.**; SINDORF, M. A.; LOPES, C. R.; BRAZ, T. V. Monitoramento das respostas fisiológicas de lutas de karatê kumitê pelo software First Beat® In: VI Congresso de Ciência do Desporto, 2015, Campinas. Treinamento Esportivo, 2015.