

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE-CCS
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

José Henrique Da Costa Tavares Filho

Estudo de dois padrões de distribuição proteica sobre hipertrofia e força muscular em homens jovens treinados submetidos a treinamento de força

**Recife
2020**

JOSÉ HENRIQUE DA COSTA TAVARES FILHO

Estudo de dois padrões de distribuição proteica sobre hipertrofia e força muscular em homens jovens treinados submetidos a treinamento de força

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre em nutrição.

Área de concentração: Bases Experimentais da Nutrição.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Elizabeth do Nascimento

Coorientador: Prof. Dr. André dos Santos Costa

Recife

2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Elaine Freitas, CRB4: 1790

T231e Tavares Filho, José Henrique da Costa
Estudo de dois padrões de distribuição proteica sobre hipertrofia e força muscular em homens jovens treinados submetidos a treinamento de força/ José Henrique da Costa Tavares Filho. – 2020.
39 f.

Orientadora: Elizabeth do Nascimento.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2020.

Inclui referências.

1. Distribuição proteica. 2. Suplementação proteica. 3. Treinamento de força. 4. Hipertrofia muscular. I. Nascimento, Elizabeth do (orientadora). II. Título.

613 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2020 - 096)

JOSÉ HENRIQUE DA COSTA TAVARES FILHO

Estudo de dois padrões de distribuição proteica sobre hipertrofia e força muscular
em homens jovens treinados submetidos a treinamento de força

Dissertação aprovada em 17/02/2020

Prof^a. Dr^a. Gisélia Santana Muniz
Departamento de Nutrição - DN / UFPE

Prof. Dr. Hamilton Roschel
Escola de Educação Física e Esporte - EEFE / USP

Prof. Dr. Diogo A. Alves de Vasconcelos
Centro Acadêmico de Vitória - CAV / UFPE

RECIFE, 2020

Dedico este trabalho à minha mãe, Elisabeth; ao meu pai, José Henrique; e à minha irmã, Ana Carolina.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Elisabeth Barreto, por todo amor que me foi dado, desde sempre; em especial no momento mais difícil de minha vida e por toda ajuda com a pesagem dos suplementos do estudo, ela foi fundamental para a conclusão do meu trabalho.

Ao meu pai, José Henrique Tavares, por todo amor e apoio desde sempre.

À minha irmã, Ana Carolina, por todo amor e apoio.

À minha tia Elisa Barreto.

À Nina Castro e à minha irmã Kalina Monte por todo apoio e bom relacionamento.

À toda minha família.

Ao meu coorientador, André dos Santos Costa, primeiramente por ser um ser humano incrivelmente bom, por quem eu tenho total admiração; mas também por todo conhecimento passado e por todo apoio e ajuda durante a coleta de dados.

À minha orientadora, Elizabeth do Nascimento, por ter me inserido na carreira acadêmica durante a graduação, por todos os ensinamentos transferidos e por toda a paciência e compreensão e por ter topado embarcar comigo em um tipo de pesquisa diferente do que ela normalmente orienta.

Ao professor Hamilton Roschel e a Victoria Hevia-Larraín pela ajuda com o treinamento para realização da coleta de dados, tratamento estatístico dos dados e escrita do artigo científico;

Aos membros do Grupo de Pesquisa em Nutrição, Exercício Físico e Sistema Nervoso Central (GENSC) que contribuíram com a pesquisa.

Aos meus colegas do Laboratório de Nutrição Experimental e Metabolismo.

Aos participantes do estudo, por toda dedicação e esforço.

Aos meus amigos Wenicios Chaves, Isabella Ribeiro e Luana Olegário por toda parceria, nos momentos bons e ruins.

A todos os meus amigos.

À minha turma de mestrado.

À minha psicóloga.

A todos os professores que tive durante minha vida.

À FACEPE.

A DEUS.

RESUMO

Embora haja evidências científicas de que o consumo de proteína, com dose mínima de 20g (~0,24g/kg), em mais refeições do que as três refeições tradicionais aumentam a taxa de síntese proteica muscular de forma aguda, pouco se sabe em relação ao efeito da distribuição da ingestão de proteínas em conjunto com programa de treinamento de força para a hipertrofia muscular de forma crônica. Comparar dois diferentes padrões de distribuição de ingestão proteica ao longo de refeições diárias, sobre a hipertrofia e a força muscular em homens jovens treinados submetidos a treinamento de força. Dezoito homens (24,3±5,0 anos) treinados participaram do estudo. Após randomização, foram alocados em dois grupos: um grupo que atingiu as recomendações de ingestão diária de proteína para hipertrofia muscular em três refeições (PRO3x) e um grupo que atingiu as mesmas recomendações em 5 refeições (PRO5x). Os voluntários foram submetidos a um programa de treinamento de força para membros inferiores por 8 semanas. Concomitantemente, os voluntários seguiram dietas com a distribuição de proteína de acordo com o grupo em que foram alocados. Antes e após a intervenção, os voluntários foram submetidos a avaliação da composição corporal por DXA, área muscular do reto femural e vasto lateral por ultrassonografia, e teste de uma repetição máxima (1RM) na cadeira extensora. A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foi conduzida análise de modelos mistos para medidas repetidas considerando grupo (PRO3x x PRO5x) e tempo (Pré x Pós) como fatores fixos e os indivíduos como fator randômico, sobre as variáveis; além de testes t não pareados para comparar as características basais e os delta scores das variáveis, entre os grupos. Os dois grupos, ingeriram as mesmas quantidades de energia e macronutrientes e, apesar de a distribuição da ingestão de proteína ter sido diferente, apresentaram aumentos similares da soma das áreas do reto femural e vasto lateral (10,78% para PRO3X e 9,39% para PRO5X), e força (25,37% para PRO3X e 18,02% para PRO5X). Porém, só o grupo PRO3X teve aumento de massa magra nos membros inferiores (4,38%). Os dois padrões de distribuição de ingestão de proteína analisados não influenciaram de forma diferente a evolução da soma das áreas do reto femural e vasto lateral nem da força nos membros inferiores, apesar de só o PRO3x ter apresentado acréscimo de massa magra nas pernas.

Palavras-chave: Distribuição proteica. Suplementação proteica. Treinamento de força. Hipertrofia muscular.

ABSTRACT

Despite of the scientific evidence that ingesting a minimum of 20g (~0.24g/kg) of protein in more than the three traditional meals would increase acute muscle protein synthesis, little is known about the effects of patterns of protein ingestion distribution combined with a resistance training program on muscle hypertrophy, chronically. Compare two different patterns of daily protein ingestion on muscle hypertrophy and strength in young trained men submitted to a resistance training program. Eighteen resistance trained men (24.3 ± 5.0 years) participated of the trial. After randomization, they were allocated to one of two groups: a group that reached the protein recommendations for muscle hypertrophy in three (PRO3x) or five (PRO5x) meals a day. The volunteers were submitted to 8 weeks of lower body resistance training program and to a dieting program, accordingly to the group they were allocated to. Before and after the intervention, volunteers body composition was assessed, by DXA; rectus femoris and vastus lateralis muscle cross-sectional area, by ultrasonography, and they were submitted to a repetition maximum (1RM) test on a leg-extension machine. Normality and homogeneity of data were verified by the tests of Shapiro-Wilk and Levene, respectively. A mixed model for repeated measures analysis was run for the variables, considering group (PRO3x vs. PRO5x) and time (PRE vs. POST) as fixed factors and volunteers as random factor; independent t-tests were run to compare between groups basal characteristics and variable delta scores. Both groups ingested equivalent amounts of energy and macronutrients and, despite of the unequal patterns of protein ingestion distribution, presented similar gains on rectus femoris and vastus lateralis muscle cross-sectional area sum (10.78% for PRO3X vs. 9.39% for PRO5X), and strength (25.37% for PRO3X vs. 18.02% for PRO5X). However, just PRO3x showed leg lean mass gains (4.38%). The patterns of protein ingestion distribution did not have differential influence on rectus femoris and vastus lateralis muscle cross-sectional area or lower limbs strength, despite of just PRO3x leg lean mass increase.

Key words: Protein distribution. Protein supplementation. Resistance training. Muscle hypertrophy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	HIPERTROFIA MUSCULAR.....	12
2.2	REGULAÇÃO DA SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR.....	13
2.3	RECOMENDAÇÕES DE INGESTÃO PROTEICA DIÁRIA	14
2.4	DOSE POR REFEIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA INGESTÃO DE PROTEÍNAS	14
3	HIPÓTESE	17
4	OBJETIVOS	18
4.1	OBJETIVO GERAL	18
4.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	18
5	MÉTODOS	19
5.1	ASPECTOS ÉTICOS	19
5.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	20
5.3	DESENHO EXPERIMENTAL	20
5.4	CARACTERÍSTICAS E AVALIAÇÃO DAS DIETAS.....	21
5.5	PERÍODO DE ADAPTAÇÃO E PROTOCOLO DE TREINO.....	22
5.6	AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	23
5.7	DETERMINAÇÃO DA ÁREA MUSCULAR.....	23
5.8	TESTE DE FORÇA DINÂMICA.....	24
5.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	24
6	RESULTADOS	26
7	DISCUSSÃO	32
8	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Hipertrofia e aumento de força muscular são almejados por atletas com o objetivo de melhorar o rendimento no esporte; por praticantes recreacionais de treinamento de força; por idosos que pretendem atenuar os efeitos da sarcopenia; por pacientes em reabilitação de lesões que causam atrofia muscular por imobilização, dentre outros. O processo hipertrófico é resultado de um balanço proteico positivo, situação em que a taxa de síntese proteica excede a taxa de degradação proteica (Moore, 2019).

A ingestão de proteína aumenta a taxa de síntese proteica e favorece um balanço proteico positivo após treino de força (Stokes et al., 2018) e é considerado um ponto importante para a promoção da hipertrofia muscular. Recomenda-se que a ingestão diária de proteínas, quando se deseja ganhar massa muscular, esteja entre 1,4 e 2,0g/kg/dia (Jäger et al., 2017).

Apesar de a quantidade diária total de proteína ingerida ser reconhecida como o fator chave para a hipertrofia muscular, a distribuição da ingestão de proteína vem ganhando atenção por, possivelmente, influenciar o processo de hipertrofia muscular. Em relação a isso, estudos de laboratório bem controlados usando proteínas isoladas têm mostrado que ingerir quantidades adequadas de proteína (~20g de proteína por refeição) com aproximadamente 3h de intervalo entre as refeições é mais benéfico, para o aumento da síntese proteica, que outros padrões de ingestão de proteína (Areta et al., 2013), e que uma ingestão com quantidades equilibradas entre as refeições é melhor do que uma ingestão mais concentrada em uma única refeição (Mamerow et al., 2014).

Por outro lado, é importante considerar que a estimulação da síntese proteica por aminoácidos tem caráter dose-dependente, transiente, saturável, e é provável que a utilização de aminoácidos para a promoção da síntese proteica seja limitada após o excesso de aminoácidos serem metabolizados (Atherton et al., 2010). Além disso, é possível que a estimulação da síntese proteica seja mais prolongada quando a ingestão de aminoácidos é feita através de alimentos fontes de proteína em refeições mistas, do que quando se ingere suplementos proteicos (Trommelen et al., 2019).

Portanto, é razoável especular que a ingestão diária adequada de proteínas, quando num cenário mais real de alimentação, com refeições mistas, num padrão de refeições tradicionais (café da manhã, almoço e jantar), apesar de ter um

espaçamento maior (~6h), promova hipertrofia muscular da mesma forma que um padrão de ingestão proteica com intervalos menores entre as refeições (~3-4h), como é recomendado baseado em estudos de laboratório com suplementos proteicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HIPERTROFIA MUSCULAR

O processo de hipertrofia das fibras musculares esqueléticas, caracterizado pelo aumento de fibras musculares pré-existentes (Egerman & Glass, 2014), ocorre como resultado de um balanço proteico muscular positivo e acréscimo de células satélites às fibras musculares (PHILLIPS, 2014). Em suma, o balanço proteico muscular positivo ocorre quando a síntese proteica muscular (SPM) é maior que a degradação proteica muscular (DPM) (PHILLIPS, 2014).

No estado de jejum, normalmente, o organismo humano se encontra em balanço proteico negativo e, no estado alimentado, em balanço proteico positivo. Portanto, a homeostasia da massa muscular esquelética é resultante da contribuição relativa dos períodos em que um indivíduo se encontra em jejum e períodos em que o mesmo está alimentado (MORTON et al., 2015). Dos componentes que determinam se o balanço proteico é negativo ou positivo (SPM e DPM), a SPM é de 4 a 5 vezes mais sensível que a DPM e, por este motivo, acredita-se que a SPM é o fator a ser manipulado para positivar o balanço proteico e, conseqüentemente, gerar acréscimo, de massa muscular a longo prazo (MORTON et al., 2015). Logo, para aumentar a SPM, com o objetivo de se atingir balanço proteico positivo e então a tão desejada hipertrofia, pode-se utilizar de duas estratégias que sabidamente aumentam a síntese proteica, de forma sinérgica: a prática de treinamento de força e a ingestão de aminoácidos/proteínas (MORTON et al., 2015; MCGLORY et al., 2018).

O treinamento de força aumenta a SPM basal por até 24 horas, além de potencializar a resposta anabólica à ingestão de aminoácidos; porém, sem a ingestão de proteínas o balanço proteico permanece negativo (PHILLIPS et al., 1997; JÄGER et al., 2017). Em relação aos aminoácidos, estes servem como gatilho e substrato para a SPM, mas apenas os aminoácidos essenciais são necessários para estimular a síntese proteica e, a leucina é o principal aminoácido responsável por sinalizar a SPM (JÄGER et al., 2017; PHILLIPS e VAN LOON, 2011). Portanto, indivíduos engajados em treinamento de força, atletas e pessoas em recuperação de lesões musculares, podem se beneficiar de um adequado consumo de proteínas (PHILLIPS e VAN LOON, 2011; PHILLIPS, 2014).

2.2 REGULAÇÃO DA SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR

O aumento da síntese proteica miofibrilar pode ser regulado por sinais hormonais, nutricionais e mecânicos (Adams & Bamman, 2012). Hormônios como insulina e *insulin like growth factor 1* (IGF1) são capazes de ativar o processo de iniciação da síntese proteica a partir da interação com seus receptores, que fosforilam e ativam o *insulin receptor substrate 1* (IRS1). A ativação do IRS1 gera uma cascata de fosforilações e consequente ativação das proteínas: *cellular homolog of the v-Akt oncogene* (AKT) e *mechanistic target of rapamycin complex 1* (mTORC1). que em última instância, regulam de forma positiva fatores de iniciação da tradução, como a *ribossomal S6 kinase* (S6K) e o *eukaryotic initiation factor 4G* (eIF4G), levando ao aumento das taxas de síntese proteica (Bodine et al., 2001; Egerman & Glass, 2014).

Além disso, alguns aminoácidos são de extrema importância para o processo de síntese proteica, não só por servirem como matéria prima para a formação das cadeias polipeptídicas nos ribossomos, mas também por serem reguladores das vias de sinalização da síntese proteica. A leucina, por exemplo, inibe a sestrina 2, proteína que inibe a atividade do mTORC1; portanto, na presença de leucina a sestrina2 não exerce sua atividade inibitória sobre o mTORC1, permitindo com que ele regule positivamente a iniciação da síntese proteica (Saxton & Sabatini, 2017).

Outro aminoácido que tem papel regulatório reconhecido nas vias de sinalização da síntese proteica é a arginina, que regula negativamente a proteína *Cellular Arginine Sensor for mTORC1* (CASTOR1), proteína que inativa o mTORC1. Portanto, na presença de arginina, a CASTOR1 é inativada e o mTORC1 pode exercer influência positiva sobre o processo de síntese proteica (Saxton & Sabatini, 2017).

Por outro lado, o estresse mecânico gera a ativação das vias de sinalização AKT/mTORC através do processo de mecanotransdução. As integrinas, por exemplo, são proteínas de membrana que medeiam este processo. O complexo proteico integrina $\alpha_7\beta_1$ tem um papel importante na hipertrofia induzida por carga, por ativar a via mTOR-S6K. Além disso, o ácido fosfatídico, que apresenta concentrações aumentadas após contrações excêntricas, promove a sinalização do mTORC1, por competir com o inibidor do mesmo, FK506 binding protein (FKBP38) em seu sítio de ligação (Adams & Bamman, 2012).

2.3 RECOMENDAÇÕES DE INGESTÃO PROTEICA DIÁRIA

Proteínas fornecem os blocos construtores para o tecido muscular através de seus constituintes, os aminoácidos. A RDA (recommended dietary allowance) para proteínas é de 0,8g/kg/dia para adultos saudáveis, mas a RDA não considera o requerimento extra de proteínas advindo de exercícios físicos, além de ser calculada com base em estudos de balanço nitrogenado, que sabidamente subestimam as necessidades proteicas (PHILLIPS e VAN LOON, 2011; JÄGER et al., 2017).

Praticantes de exercícios físicos, principalmente de treino de força necessitam de uma ingestão, de 50 a 175%, mais alta de proteínas que pessoas sedentárias e, devem consumir proteínas em quantidade adequada para reparar e produzir massa muscular, além de manter as outras inúmeras funções que as proteínas exercem no corpo humano (JÄGER et al., 2017).

Comparando doses de 0,86g/kg/dia, 1,4g/kg/dia e 2,4g/kg/dia para praticantes de treino de força: a dose de 0,86g/kg/dia é insuficiente para estimular a síntese proteica corporal quando comparada com as outras duas doses; porém, a dose de 2,4g/kg/dia gera uma maior oxidação de aminoácidos, apesar de não aumentar o estímulo para a síntese proteica, quando comparada com a dose de 1,4g/kg/dia (TARNOPOLSKY et al., 1992). Este resultado não significa que essa dose é a mais adequada para praticantes de exercícios físicos, mas sim que a dose de 0,86g/kg é insuficiente.

Em adição, uma metanálise de estudos que avaliaram o efeito da suplementação de proteína em conjunto com treinamento de força, mostrou que o aumento de força e massa magra são dose-dependentes em relação ao consumo total de proteínas ao longo do dia, mas esse efeito chega a um platô na dose de 1,62g/kg/dia, com intervalo de confiança de 95% variando de 1,03g/kg/dia a 2,20g/kg/dia (MORTON, et al. 2017). Portanto, esse resultado corrobora com as recomendações atuais de consumo proteico para praticantes de exercício físico e atletas: 1,4 a 2,0g/kg/dia (JÄGER et al., 2017).

2.4 DOSE POR REFEIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA INGESTÃO DE PROTEÍNAS

Além da quantidade total diária de proteínas a ser consumida, há evidências de que com o aumento da ingestão de 0 a 20 gramas de proteínas, em uma refeição,

para homens jovens com aproximadamente 86,1kg, a SPM aumenta de forma dose dependente (MOORE et al., 2009). Por outro lado, doses maiores (40g) não geram maiores benefícios que a dose de 20g, em relação à síntese proteica, e o excesso de aminoácidos é oxidado (MOORE et al., 2009).

Um estudo realizado com homens jovens mostrou que a ingestão de 80g de *whey protein* em 4 doses de 20g a cada 3 horas foi superior a 2 doses de 40g a cada 6 horas, ou 8 doses de 10g a cada 1,5 horas para estimular a síntese proteica em um período de recuperação de 12 horas pós exercício de força (Areta et al., 2013). Diante das evidências dos estudos supracitados tem sido recomendado que o consumo de proteínas seja distribuído em doses de 0,24-0,3g/kg/refeição, a cada 3-4 horas (MOORE, et al., 2015; JÄGER et al., 2017).

Quando estudado o efeito do padrão de distribuição de proteínas (1,2g/kg), consumidas em refeições mistas sobre a síntese proteica aguda em adultos jovens saudáveis, no qual um grupo teve ingestão balanceada de proteínas ao longo do dia e os indivíduos consumiram 30g de proteína no café da manhã, 30g no almoço e 30g no jantar, totalizando 90g; e o outro grupo consumiu 10g no café da manhã, 15g no almoço e 65g no jantar, também totalizando 90g e simulando o padrão desigual de ingestão de proteínas dos Americanos, se observou que maiores níveis de taxa de síntese proteica foram obtidos pelo primeiro grupo (Mamerow et al, 2014)

Em concordância com Mamerow et al. (2014), Murphy et al. (2015) obtiveram maiores taxas de síntese proteica aguda em mulheres idosas, em restrição energética, que consumiram proteína de forma balanceada em comparação com outras que consumiram proteína de forma não balanceada. Porém, um estudo recente do mesmo grupo, mostrou que quando a síntese proteica é medida por períodos maiores (semanas), em mulheres idosas, a distribuição de proteínas não influenciou na taxa de síntese proteica miofibrilar, independentemente de elas estarem em restrição energética ou não (MURPHY et al., 2018). Em estudo anterior em que mulheres jovens consumiram 1,24g de proteína/kg/dia de forma balanceada ou não, não foram encontradas diferenças em relação ao balanço nitrogenado ou síntese proteica corporal (Arnal et al., 2000).

Além disso, também não foram detectadas diferenças na força ou composição corporal de adultos jovens com sobrepeso, submetidos a treinamento de força e restrição energética, por 16 semanas, que consumiram aproximadamente 1g de proteína/kg/dia de forma balanceada ou não balanceada (Hudson et al., 2017).

Portanto, as grandes divergências nos métodos e desenhos experimentais utilizados nos estudos dificultam a conclusão sólida da relação entre a distribuição de proteínas ao longo do dia e o efeito no ganho de massa muscular em indivíduos jovens. Um agravante também da inconsistência de conclusão dos estudos refere-se à quantidade de proteína ingerida por dia pelos indivíduos nos estudos, a qual está aquém da quantidade diária ótima, 1,62-2,2g/kg/dia, recomendada para hipertrofia. Ademais, as populações dos estudos possuem características diferentes (idade e sexo); e em alguns estudos os indivíduos se encontram em restrição energética, o que dificulta o processo hipertrófico (MURPHY et al., 2018; MORTON et al., 2017; HUDSON et al., 2017; MURPHY et al., 2015; MAMERROW et al., 2014; ARNAL et al., 2000).

Em adição, como demonstrado por Mitchell et al. (2014), mensurações de SPM aguda, antes do início de um programa de treinamento, não se correlacionam com hipertrofia muscular após um período de treinamento de força de 16 semanas. Por isso, é recomendado que sejam feitos estudos crônicos, que comparem padrões de ingestões proteicas diferentes em relação a hipertrofia muscular em indivíduos submetidos ao treinamento de força (JÄGER et al., 2017).

3 HIPÓTESE

O consumo de proteínas distribuído em cinco refeições diárias não propiciará maior hipertrofia e ganhos de força muscular que o padrão de três refeições proteicas diárias após um período de 8 semanas de treinamento de força.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar hipertrofia e ganho de força musculares em homens jovens, treinados, submetidos treinamento de força, em função do padrão de distribuição da ingestão de proteínas por refeição, por um período de oito semanas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar, e comparar entre os grupos, a composição de macronutrientes da dieta dos voluntários antes da, e durante a, intervenção;
- Avaliar entre os grupos e intragrupo, antes e após a intervenção:
 - a área muscular do reto femoral;
 - a área do vasto lateral dos voluntários;
 - a força dinâmica máxima dos membros inferiores;
 - o peso corporal;
 - a massa magra;
- calcular a variação do pré para o pós (delta score).

5 MÉTODOS

5.1 ASPECTOS ÉTICOS

Os procedimentos e instrumentos desta pesquisa estão atentos a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa foi realizada somente após a aprovação do projeto de pesquisa pelo comitê de ética da UFPE (CAAE: 98588218.8.0000.5208), com indivíduos que consentiram e assinaram o termo de consentimento e livre esclarecimento (TCLE).

Todos os instrumentos utilizados neste estudo são amplamente divulgados e utilizados pela população do estudo, porém foram oferecidos riscos mínimos aos participantes, tais como: cansaço após a bateria de testes de Força máxima dinâmica (1RM) e possível dor muscular tardia (sensação que geralmente desaparece em 48h) e algum tipo de constrangimento durante a aplicação dos questionários e escalas. Tais riscos foram evitados com a informação adequada para a realização dos testes físicos, destacando que o pesquisador possuía experiência prévia na aplicação dos testes.

Pode ter ocorrido algum tipo de constrangimento no momento do preenchimento dos questionários (anamnese alimentar). Vale ressaltar que as aplicações de todos os instrumentos foram conduzidas por profissionais experientes, e antes da realização de qualquer protocolo foram adotadas medidas preventivas como informações sobre o questionário a fim de minimizar qualquer possível risco e um local adequado foi utilizado para os voluntários não fossem expostos.

Informamos que na ocorrência de qualquer dano e/ou prejuízo que viessem a julgar a julgar, os sujeitos envolvidos diretamente no estudo teriam total suporte e assistência, além do direito de a qualquer momento solicitar a sua retirada do estudo. Além disso, os pesquisadores se comprometeram a garantir sigilo e privacidade aos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Como benefício direto, os participantes, ao final das avaliações, receberam os resultados (avaliação antropométrica, composição corporal e dietética), com comentários sobre seus desempenhos de forma individualizada. Além disto, receberam a prescrição de dieta para seguirem de acordo com os seus objetivos após o término da intervenção.

Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em pastas sob a responsabilidade do pesquisador e do orientador no endereço Avenida Professor Moraes Rego N° 1235- Cidade Universitária, UFPE – Recife. CEP: 50670-901.

5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para compor dois grupos, pessoas foram recrutadas considerando os seguintes critérios de inclusão: indivíduos do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, e que praticassem treino de força há mais de um ano. Foram excluídos do estudo, indivíduos que tivessem utilizado esteroides anabolizantes, indivíduos que possuíssem dores articulares e portadores de doenças metabólicas ou intolerância à lactose.

5.3 DESENHO EXPERIMENTAL

O estudo realizado se caracteriza como um ensaio clínico randomizado, com dois grupos e mensuração das variáveis em dois tempos.

Os voluntários foram recrutados através de divulgação da pesquisa em redes sociais. Foram entrevistados um total de 63 candidatos a participar da pesquisa, 31 não se encaixaram nos critérios de inclusão da pesquisa ou desistiram de participar; portanto, 32 voluntários iniciaram a pesquisa.

Antes do início do experimento foram realizados testes para avaliar área muscular do reto femoral e vasto lateral (19/02/2019 a 01/03/2019), composição corporal (19/02/2019 a 01/03/2019) e força (11/03/2019 a 27/03/2019), nos membros inferiores dos indivíduos e os voluntários passaram por um período de 2 semanas (08 a 19/04) de adaptação ao protocolo de treinamento de força.

Os 32 voluntários foram separados em quatro blocos, de acordo com os quartis em que se encaixaram em relação à quantidade de massa magra do membro inferior direito, e os indivíduos de cada bloco foram alocados em dois grupos, de forma que cada um dos dois grupos ficasse com a mesma quantidade de indivíduos de cada quartil. Para a alocação dos voluntários em um dos grupos, foi utilizado resultados gerados de forma aleatória no site randomization.com.

Durante a intervenção, que durou 8 semanas (22/04/2019 a 14/06/2019), os participantes dos dois grupos seguiram o mesmo protocolo de treinamento de força

e dietas com mesma composição, porém com distribuição de ingestão proteica distinta entre os grupos. As dietas e o treinamento de força foram prescritos e supervisionados por nutricionistas e profissionais de educação física, respectivamente.

Após o período de intervenção foram coletadas novamente as imagens de ultrassom, para calcular a área dos músculos reto femoral e vasto lateral, e os dados de composição corporal dos voluntários (17 a 21/06/2019). Os testes de força máxima também foram repetidos (25/06/2019 a 05/07/2019).

5.4 CARACTERÍSTICAS E AVALIAÇÃO DAS DIETAS

Para ambos os grupos foram planejadas dietas com quantidades de proteína entre 1,6 e 2,0g por kg de peso corporal, 25 a 30% das calorias provenientes de lipídios e o restante da energia advinda de carboidratos, de forma que um excesso energético de 6 kcal/kg peso corporal (~500kcal para um homem de 80kg) fosse atingido, com o objetivo de maximizar a resposta anabólica ao exercício (SCHOENFELD et al., 2017). Para determinar o gasto energético diário, a taxa metabólica basal foi calculada através da fórmula $[0,056 (\text{Peso em kg}) + 2,8] \times 239$ (HENRY et al., 1991) e o resultado foi multiplicado por um fator de atividade de 1,5, considerando os indivíduos bastante ativos (Institute of Medicine, 2005).

A diferença entre a dieta dos grupos foi o padrão de distribuição de ingestão proteica ao longo do dia. Um grupo (PRO5X) fez consumo de 5 refeições (café da manhã, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde e jantar) ao dia com quantidades adequadas de proteína para estimular a síntese proteica máxima ($>0,25\text{g/kg/refeição}$) com intervalos de 3 a 4 horas; o outro grupo (PRO3X) também consumiu 5 refeições diárias com intervalos entre 3 e 4 horas, porém com uma distribuição diferente de proteínas entre as refeições. Neste último, a proteína foi distribuída prioritariamente nas três refeições principais, nas quais a dose mínima de proteína por refeição (0,25g/kg), foi ultrapassada e, nos lanches, a quantidade de proteínas ingeridas foi muito menor que 0,25g/kg.

Para facilitar a ingestão proteica nas horas corretas, suplementos proteicos contendo 256,46kcal, 21,81g de proteína, 17,27g de carboidrato, 10,92g de lipídios, consistindo em 15g de *whey protein* (80% *whey protein* concentrado, Growth

Supplements) e 40g de leite em pó integral (Itambé) foram fornecidos aos voluntários.

Os indivíduos do PRO3X consumiram o suplemento proteico junto com o café da manhã e junto com o jantar, já os indivíduos do grupo PRO5X consumiram o suplemento no lanche da manhã e no lanche da tarde. Além disso, os participantes do estudo se encontraram com o nutricionista responsável pelas dietas semanalmente para que se pudesse acompanhar o andamento do plano alimentar e para esclarecimento de possíveis dúvidas.

Para verificar a aderência à dieta, foi analisada a ingestão alimentar de 3 dias de cada semana (dois dias da semana e um dia do final de semana), antes do início do experimento, e nas semanas 1, 4 e 8, a partir de registros alimentares, feitos pelos participantes, nos quais foram detalhados os alimentos consumidos, como foram preparados, as quantidades, e os horários (ARCIERO et al., 2016).

5.5 PERÍODO DE ADAPTAÇÃO E PROTOCOLO DE TREINO

O treinamento de força foi realizado duas vezes por semana, entre a 8 e 12 horas. Houve um período de adaptação de 2 semanas, no qual os participantes do estudo realizaram treinamento de força para que ocorresse familiarização com o protocolo de treinamento.

Posteriormente, ocorreu a intervenção dietética de 8 semanas, concomitantemente com a realização do treinamento de força. As intervenções ocorreram no Laboratório Avançado de Educação Física e Saúde (LAEFES), no Hospital das Clínicas da UFPE.

O protocolo de treinamento consistiu em exercícios para membros inferiores: leg press 180° unilateral e cadeira extensora unilateral. Foram realizadas 5 séries de leg press e 3 séries de cadeira extensora por sessão, cada série com uma faixa de 8 a 12 repetições máximas (8-12RM), com 120 segundos de intervalo entre as séries. Todas as séries foram executadas até o ponto de falha muscular concêntrica momentânea, definida como a impossibilidade de realizar uma repetição concêntrica com adequada execução do movimento. Além disso, em todas as sessões de treinamento, foi realizado aquecimento específico que consistiu na realização de 1 séries com 50% da carga utilizada na primeira série do leg press (BRIGATTO, et al., 2018).

Muitos dos participantes recrutados possuíam planos de adesão em academias fora da Universidade Federal de Pernambuco e eram acostumados a fazer seções de exercícios de força vários dias na semana. Por este motivo, os voluntários foram orientados a manter suas rotinas de treino para membros superiores, mas não realizarem quaisquer exercícios para membros inferiores.

5.6 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

As avaliações antropométricas e de composição foram realizadas antes e após o experimento. Foram mensurados: peso corporal, com balança de escala digital e altura, com estadiômetro. Além disso, a massa adiposa total, percentual de gordura corporal e massa magra foram obtidos por densitometria por emissão de raios x de dupla energia (DXA).

5.7 DETERMINAÇÃO DA ÁREA MUSCULAR

Os voluntários, após terem passado 48h sem fazer exercício físico, foram colocados deitados em posição supinada, com os joelhos estendidos e as pernas juntas, em uma maca, onde repousaram por 20 minutos para adequada distribuição dos fluídos corporais antes da produção das imagens de ultrassom. As pernas dos voluntários foram presas distalmente para que não houvesse rotação interna ou externa do quadril e os voluntários foram orientados a deixarem os músculos da perna relaxados durante o procedimento. Em seguida, um pesquisador identificou a localização do epicôndilo lateral e do trocânter maior, da perna direita, para mensurar a distância entre eles, e o ponto médio foi marcado com caneta semipermanente e usado como referência. A pele dos voluntários foi marcada transversalmente a cada 2 centímetros, lateral e medialmente para orientar o deslocamento do transdutor do ultrassom. Utilizando o equipamento de ultrassonografia LOGIQ P5 GE Healthcare, com transdutor de 12MHz alinhado as marcações feitas na perna, em posição perpendicular à pele, sem comprimi-la, imagens foram obtidas da porção medial para a porção lateral da coxa. Após a coleta dos dados, as imagens foram retiradas do equipamento e reconstruídas em computador, através do programa GIMP, rotacionando e sobrepondo as imagens até a fáscia dos músculos reto femural e vasto lateral serem completamente reconstruídas. Posteriormente, as áreas de secção transversa dos músculos foram

calculadas com auxílio do programa Image J, usando planimetria, em 2 dias diferentes para que o cálculo da reprodutibilidade intra-avaliador fosse realizado (LIXANDRÃO, et al. 2014).

5.8 TESTE DE FORÇA DINÂMICA

A força dos participantes foi medida a partir de testes de 1-RM na cadeira extensora de forma unilateral, antes e após o período do treinamento. Para a realização dos testes, os participantes ficaram 48 horas sem praticar exercícios físicos. Para começar, os participantes fizeram 5 minutos de aquecimento, consistindo em exercício aeróbico (bicicleta ergométrica) de baixa intensidade, depois realizaram aquecimento específico (cadeira extensora unilateral), uma série, de 8 repetições, com aproximadamente 50% de 1-RM estimada, depois uma série, de 3 repetições, com 70% de 1-RM estimada e depois tiveram 5 tentativas para realizar uma repetição com o máximo de carga, a repetição realizada com maior carga, foi considerada (1-RM). O intervalo entre cada tentativa foi de 3 a 5 minutos (Brown & Weir, 2001).

5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

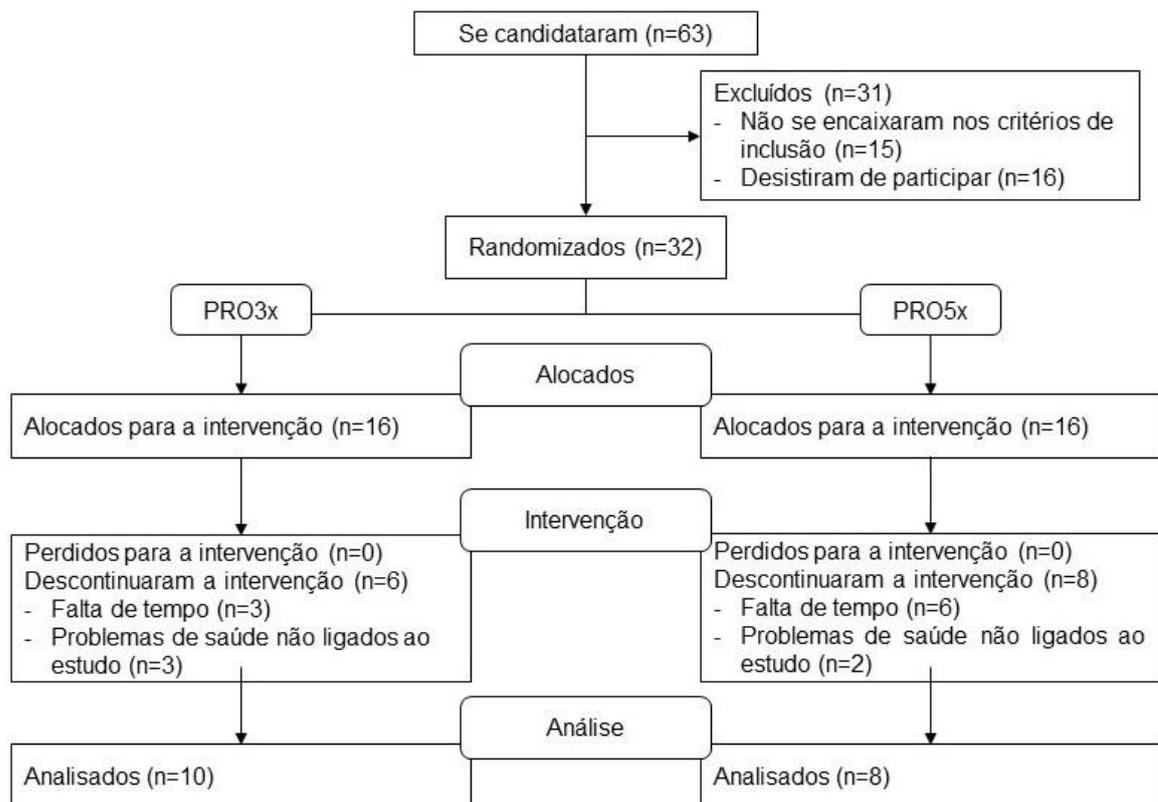
Os dados são apresentados como média e desvio padrão. A normalidade e homogeneidade das variáveis foram avaliadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Diferenças basais entre grupos foram analisadas por teste-t não pareado, ou seu equivalente não-paramétrico (teste de Mann-Whitney). Modelo misto para medidas repetidas, assumindo grupo (PRO3x e Pro5x) e tempo (PRE e PÓS) como fatores fixos, e indivíduos como fator randômico, foi utilizado para cada variável dependente. Possíveis diferenças entre grupos entre PRE e PÓS (delta scores) foram analisadas por teste-t não pareados, ou seu equivalente não-paramétrico (teste de Mann-Whitney). Diferenças, entre grupos, no consumo médio de proteína por refeição ao longo do dia foram testadas por meio de teste-t não pareados, ou seu equivalente não-paramétrico (teste de Mann-Whitney, para cada refeição (café da manhã, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde e jantar). As

análises estatísticas foram feitas com auxílio do software SAS 9.3® (Institute Inc., Cary, NC). Os resultados dos testes foram considerados significantes para $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

Sessenta e três indivíduos se candidataram a participar do estudo. Trinta e dois dos que permaneceram com a intenção de participar do estudo foram eleitos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão e foram randomizados para os grupos PRO3x (n=16) ou PRO5x (n=16) (Figura 1). Catorze indivíduos (PRO3x: n=6; PRO5x: n=8) desistiram de participar do estudo por razões pessoais. Portanto, dados de 18 indivíduos (PRO3x: n=10; PRO5x: n=8) foram incluídos nas análises.

Figura 1 - Fluxograma dos indivíduos. PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: 5 refeições proteicas



Fonte: o autor, 2020.

As características basais dos participantes são apresentadas na tabela 1, a qual não mostra diferença entre grupos, para quaisquer uma das variáveis.

Os parâmetros de ingestão dietética basais não se mostraram diferentes entre os grupos ($p > 0,05$) (tabela 1). As ingestões de proteína totais e relativa ao peso corporal não diferiram entre os grupos durante a intervenção ($p > 0,05$) (tabela 2),

apesar de a distribuição da ingestão de proteínas por refeição ter sido diferente entre PRO3x e PRO5x. É importante notar que a ingestão de proteína por refeição atingiu dose ótima recomendada ($0,24 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$; Moore et al., (2015)) em 3 e 5 refeições, em PRO3x e PRO5x, respectivamente, validando o desenho do estudo (tabela 2).

Tabela 1. Características da amostra e composição da dieta basais

	PRO3x (n=10)	PRO5x (n=8)	valor de p
Idade, anos	25 ± 5	23 ± 4	0,27
Peso corporal, kg	74,3 ± 9,2	78,4 ± 10,3	0,38
Altura, m	1,73 ± 0,06	1,78 ± 0,04	0,07
IMC, kg/m^2	24,7 ± 2,1	24,7 ± 2,9	0,98
Massa magra MMII, kg	19,1 ± 2,6	20,9 ± 2,8	0,19
Σ 1-RM MMII, kg	150 ± 16	163 ± 24	0,17
Ingestão dietética			
Energia, $\text{kcal}\cdot\text{d}^{-1}$	2277 ± 350	2370 ± 1008	0,81
Proteína, $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$	133 ± 43	124 ± 51	0,71
Proteína, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	1,72 ± 0,39	1,62 ± 0,69	0,69
Carboidrato, $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$	290 ± 56	265 ± 114	0,57
Lipídeos, $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$	66 ± 15	84 ± 47	0,34

IMC: índice de massa corporal; MMII: membros inferiores; 1-RM: uma repetição máxima PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: cinco refeições proteicas; Σ : somatório. Os valores são mostrados como média e desvio padrão; p: significância estatística do teste-t não pareado (ou teste de Mann-Whitney) entre grupos.

Não houve diferença significativa entre a composição corporal basal dos grupos ($p > 0,05$ para quaisquer parâmetros, tabela 1). Um aumento pequeno, mas significativo no percentual de gordura foi observado do PRÉ para o PÓS da intervenção nos dois grupos (PRO3x, PRÉ: $19,2 \pm 3,8\%$; PÓS: $20,6 \pm 3,9\%$ e PRO5x, PRÉ: $20,7 \pm 3,6\%$; PÓS: $21,6 \pm 3,5\%$) ($p = 0,009$, efeito do tempo), sem diferença entre os grupos no PÓS ($p = 0,93$). Não houve diferença significativa entre a massa magra de membros inferiores dos grupos no PÓS (PRO3x: $19,95 \pm 2,87 \text{ kg}$;

PRO5x: $20,81 \pm 2,46$ kg, $p = 0,91$), mas apenas o PRO3x apresentou aumento significativo após a intervenção (PRÉ: $19,11 \pm 2,57$ kg; PÓS: $19,95 \pm 2,87$ kg, $p = 0,03$) e o delta score (mudança do PRÉ para o PÓS) foi significativamente maior para o PRO3X (PRO3x: $0,84 \pm 0,91$ kg; PRO5x $-0,06 \pm 0,78$, $p = 0,04$), como mostrado na figura 2.

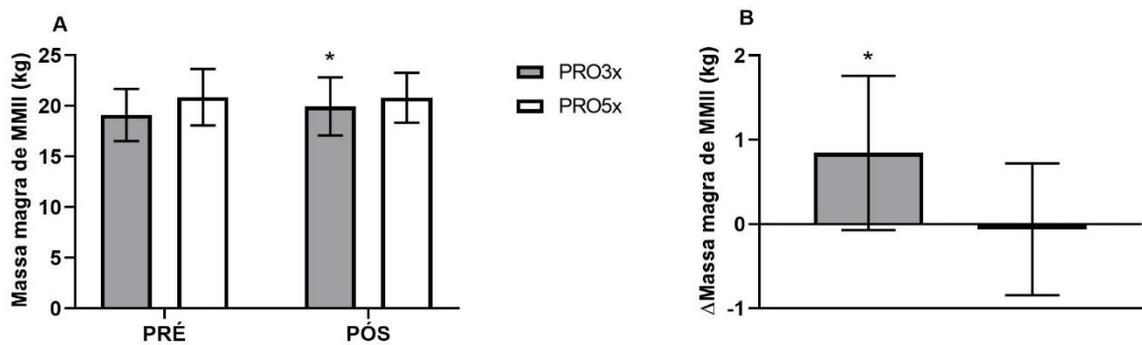
Tabela 2. Ingestão dietética durante a intervenção

	PRO3x (n=10)	PRO5x (n=8)	valor de p
Energia, kcal·d ⁻¹	2901 ± 320	2802 ± 323	0,53
Proteína, g·d ⁻¹	176 ± 21	174 ± 14	0,63
Proteína, g·kg ⁻¹ ·d ⁻¹	2,40 ± 0,39	2,23 ± 0,23	0,41
Carboidrato, g·d ⁻¹	351 ± 46	339 ± 54	0,61
Lipídeos, g·d ⁻¹	90 ± 17	91 ± 17	0,94
<i>Ingestão proteica por refeição</i>			
Café da manhã, g·kg ⁻¹ *	0,62 ± 0,93	0,36 ± 0,09	0,00
Lanche da manhã, g·kg ⁻¹ *	0,02 ± 0,01	0,29 ± 0,05	0,00
Almoço, g·kg ⁻¹	0,89 ± 0,23	0,80 ± 0,15	0,46
Lanche da tarde, g·kg ⁻¹ *	0,04 ± 0,03	0,30 ± 0,05	0,00
Jantar, g·kg ⁻¹ *	0,82 ± 0,11	0,48 ± 0,08	0,00
Ceia, g·kg ⁻¹	0,00 ± 0,02	0,01 ± 0,01	1,00

PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: cinco refeições proteicas. Os valores são mostrados como média e desvio padrão de recordatórios alimentares das semanas 1, 4 e 8. p: significância estatística do teste-t não pareado (ou teste de Mann-Whitney) entre grupos. * Indica $p < 0,05$ para comparações entre grupos.

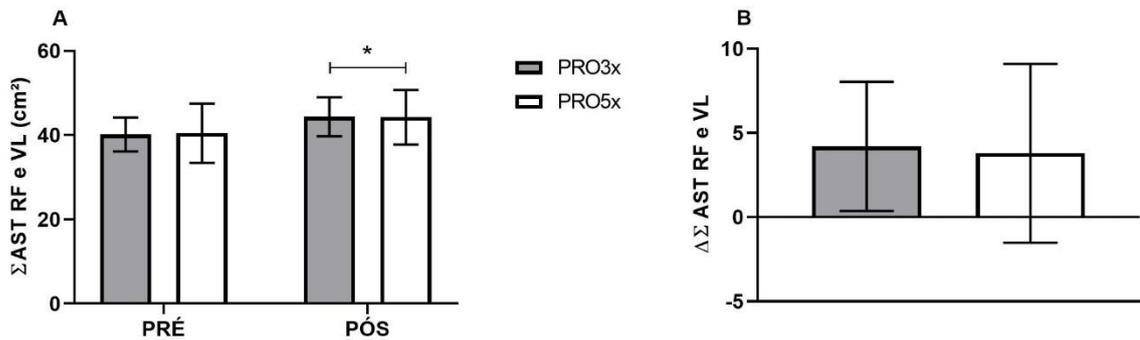
O somatório das áreas de secção transversa (AST) dos músculos reto femural e vasto lateral foi similar entre os grupos antes da intervenção (PRO3x: $40,16 \pm 4,02$ cm²; PRO5x: $40,45 \pm 7,01$ cm², $p = 0,91$) (figura 3). Foi verificado efeito do tempo, mostrando aumento do somatório das AST após a intervenção ($p < 0,01$), independente do grupo. Não foi encontrada diferença entre os grupos no PÓS (PRO3x: $44,36 \pm 4,64$ cm²; PRO5x: $44,25 \pm 6,46$ cm², $p = 0,85$, para interação grupo x tempo), nem para os delta scores (PRO3x: $4,2 \pm 3,84$ cm²; PRO5x: $3,79 \pm 5,32$, $p = 0,85$).

Figura 2 - Massa magra de membros inferiores. Painel A: massa magra antes (PRÉ) e após (PÓS) à intervenção. * indica diferença significativa em relação ao PRÉ para a mesma condição ($p < 0,05$) segundo análise de modelo misto para medidas repetidas. Painel B: delta score para massa magra de membros inferiores. MMII: membros inferiores; PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: 5 refeições proteicas. * indica diferença significativa entre grupos ($p < 0,05$) segundo teste-t não pareado (ou teste de Mann-Whitney).



Fonte: o autor, 2020.

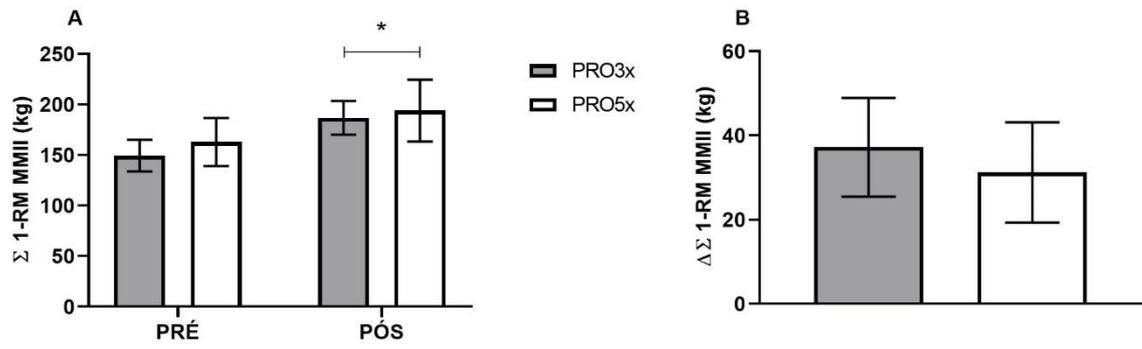
Figura 3 - Somatório das áreas de secção transversa dos músculos reto femural e vasto lateral. Painel A: somatório das áreas de secção transversa dos músculos reto femural e vasto lateral antes (PRÉ) e após (PÓS) à intervenção; painel B: delta score para o somatório das áreas de secção transversa dos músculos reto femural e vasto lateral. AST: área de secção transversa; PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: 5 refeições proteicas; RF: reto femural; VL: vasto lateral. * indica diferença significativa em relação ao PRÉ ($p < 0,05$ por efeito do tempo), segundo análise de modelo misto.



Fonte: o autor, 2020.

Em relação aos dados do somatório de 1-RM (figura 4) das duas pernas na cadeira extensora, não foram encontradas diferenças entre os grupos no PRÉ (PRO3x: 150 ± 16 ; PRO5x: 163 ± 24 , $p = 0,17$, tabela 1) no PÓS (PRO3x: $186,73 \pm 16,64$ kg; PRO5x: $193,99 \pm 30,57$ kg, $p = 0,30$, para a interação grupo x tempo) ou para os delta scores (PRO3x: $37,20 \pm 11,71$ kg; PRO5x: $31,20 \pm 11,94$ kg, $p = 0,30$). Porém, foi verificado um aumento significativo do PRÉ para o PÓS ($p < 0,01$), por efeito do tempo.

Figura 4 - Somatório de uma repetição máxima na cadeira extensora com as pernas direita e esquerda. Painel A: somatório de uma repetição máxima na cadeira extensora com as pernas direita e esquerda antes (PRÉ) e após (PÓS) à intervenção; painel B: delta score para o somatório de uma repetição máxima na cadeira extensora com as pernas direita e esquerda. MMII: membros inferiores; 1-RM: uma repetição máxima; PRO3x: três refeições proteicas; PRO5x: 5 refeições proteicas. * indica diferença significativa em relação ao PRÉ ($p < 0,001$ por efeito do tempo) segundo análise de modelo misto.



Fonte: o autor, 2020.

7 DISCUSSÃO

Os principais resultados não indicam diferenças relevantes para os tipos de distribuição da ingestão de proteína utilizados neste estudo.

Apesar de não ter sido encontrado diferença de força, massa magra, área muscular, entre os grupos, apenas o grupo PRO3X apresentou aumento na massa magra das pernas. Porém, não foram encontradas diferenças para o aumento da soma das áreas de secção transversa dos músculos reto femural e vasto lateral, entre os grupos. Esta análise é mais importante porque as análises de área muscular no ultrassom são mais específicas para o tecido muscular que as análises de massa magra no DXA.

A massa muscular é regulada pelo balanço dinâmico entre as taxas de síntese e degradação proteica (Moore, 2019). Exercício de força e nutrição são importantes para uma ótima estimulação da síntese proteica muscular e contribuem para um balanço proteico positivo o que, em última instância, pode levar ao acréscimo de massa muscular (Trommelen et al., 2019). Como a capacidade da proteína dietética em estimular a taxa de síntese proteica muscular é dose dependente e transiente, a distribuição da ingestão diária de proteína tem sido trazida como uma potencial estratégia para otimizar as respostas anabólicas musculares (Stokes et al., 2018).

Com respeito a isto, foi demonstrado que distribuir a ingestão proteica em doses de 20g de *whey protein* a cada 3 horas resultou em maiores taxas de síntese proteica quando comparado com os valores gerados a partir da ingestão de 40g de *whey protein* a cada 6h ou 10g a cada 1,5h; considerando que nas 3 situações os indivíduos ingeriram um total de 80g de proteína e a taxa de síntese proteica foi mensurada por um período de 12h (Areta et al., 2013).

A inobservância de diferença entre os grupos para soma das áreas musculares, do reto femural e vasto lateral, desmistifica a necessidade da ingestão de uma quantidade de 20g de proteína (~0,25g/kg) a cada 3-4h, como recomendado por Jäger et al., (2017), baseado no estudo de (Areta et al., 2013)

A questão é que apesar de mostrar que a distribuição da ingestão de proteína pode influenciar a taxa de síntese proteica, no estudo de (Areta et al., 2013), os indivíduos ingeriram apenas suplemento proteico (*whey protein*), o que não seria viável para a grande maioria da população, nem recomendado, devido ao importante papel nutricional de diversos nutrientes encontrados numa alimentação variada, e a

ingestão de outros nutrientes junto com proteína pode influenciar (lentificar) a dinâmica de digestão, absorção e prolongar a estimulação da síntese proteica (Trommelen et al., 2019), possivelmente levando ao fenômeno do “muscle-full effect”, no qual a taxa de síntese proteica muscular não responderia a mais estímulos (hiperaminoacidemia gerada por ingestão de proteína) (Bohé et al., 2001; W. K. Mitchell et al., 2017).

Além disso, a quantidade total de proteína ingerida pelos indivíduos do estudo de (Areta et al., 2013) foi pequena (80g) em comparação com o que é recomendado para a hipertrofia (1,4-2,2g/kg/dia) (Jäger et al., 2017; Morton et al., 2018); a taxa de síntese proteica foi mensurada de forma aguda (período de 12h) e, já foi demonstrado que taxas de síntese proteica aguda não apresentam correlação com hipertrofia muscular (Mitchell et al., 2014). Portanto, estudos de caráter agudo avaliando o efeito da ingestão de suplementos proteicos na taxa de síntese proteica, não são bons parâmetros para gerar recomendações de ingestão proteica.

Em adição, estudos como os de Mamerow et al., (2014) e Murphy et al., (2015), que mensuraram taxa de síntese proteica muscular durante 24 e 13 h (estudos agudos), respectivamente, sugerem que ingerir o total proteico diário bem distribuído entre as refeições diárias gera benefícios em relação a ingerir a maior parte da quantidade de proteína diária em uma única refeição. Por outro lado, quando o efeito da distribuição da ingestão de proteínas sobre a taxa de síntese proteica muscular é avaliado de forma crônica (2 semanas), o padrão de ingestão proteica parece não ter influência sobre as taxas de síntese proteica (Murphy et al., 2018), o que corrobora aos dados encontrados no presente estudo.

Outro estudo que não encontrou diferença, em relação a adaptações ao treinamento de força, quando comparando diferentes padrões de distribuição da ingestão proteica, e assim como o presente estudo, corrobora à hipótese de que a distribuição da ingestão proteica não influencia fortemente o ganho de massa muscular é o estudo de Tinsley et al., (2019), no qual não foi observada diferença na hipertrofia muscular de mulheres com consumo proteico de 1,6g/kg/dia, quando submetidas a treinamento de força por 8 semanas, fazendo jejum intermitente, sem tomar café da manhã, com período de alimentação entre 12:00 e 20:00horas, ou fazendo dieta controle e tomando café da manhã o mais cedo possível.

Ademais, Moro et al., (2016) também não encontraram diferenças para força, massa magra e área muscular do braço e da coxa em homens treinados,

submetidos a treinamento de força por 8 semanas, com consumo proteico de aproximadamente 1,9g/kg/dia, consumindo 3 refeições entre 13:00 e 20:00h (jejum intermitente), ou consumindo 3 refeições entre 08:00 e 20:00h (dieta normal).

O presente estudo apresenta limitações. Devido ao pequeno tamanho amostral, os resultados não podem ser extrapolados para outras populações. Adicionalmente, não se sabe se distribuir o total proteico diário em menos do que 3 refeições geraria resultados diferentes. Finalmente, apesar de prover dados clínicos relevantes, no presente estudo não foi avaliado qualquer parâmetro que pudesse ser indicativo do “muscle-full effect” no grupo PRO5x, e mais estudos são necessários para que se entenda os efeitos da distribuição da ingestão proteica num cenário realístico.

8 CONCLUSÃO

A distribuição da ingestão de uma quantidade de proteína recomendada para hipertrofia muscular, em 3 ou 5 refeições diárias, não influenciou ganhos de força e hipertrofia muscular em homens jovens treinados submetidos a 8 semanas de treinamento de força.

REFERÊNCIAS

- Adams, G. R., & Bamman, M. M. (2012). Characterization and Regulation of Mechanical Loading-Induced Compensatory Muscle Hypertrophy. *Comprehensive Physiology*, 2(October), 2829–2870. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110066>.
- Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W. D., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *Journal of Physiology*, 591(9), 2319–2331. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.244897>.
- Atherton, P. J., Etheridge, T., Watt, P. W., Wilkinson, D., Selby, A., Rankin, D., Smith, K., & Rennie, M. J. (2010). Muscle full effect after oral protein: Time-dependent concordance and discordance between human muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. *Am J Clin Nutr*, 92(5), 1080–1088.
- Bodine, S. C., Stitt, T. N., Gonzalez, M., Kline, W. O., Stover, G. L., Bauerlein, R., Zlotchenko, E., Scrimgeour, A., Lawrence, J. C., Glass, D. J., & Yancopoulos, G. D. (2001). *Akt / mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo*. 3(November).
- Bohé, J., Aili Low, J. F., Wolfe, R. R., & Rennie, M. J. (2001). Latency and duration of stimulation of human muscle protein synthesis during continuous infusion of amino acids. *Journal of Physiology*, 532(2), 575–579. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0575f.x>.
- Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, 4(3), 1–21.
- Egerman, M. A., & Glass, D. J. (2014). *Signaling pathways controlling skeletal muscle mass* Signaling pathways controlling skeletal muscle mass. 9238. <https://doi.org/10.3109/10409238.2013.857291>.

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>.

Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., Layman, D. K., & Paddon-Jones, D. (2014). Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults. *The Journal of Nutrition*, *144*(6), 876–880. <https://doi.org/10.3945/jn.113.185280>.

Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., Parise, G., Bellamy, L., Baker, S. K., Smith, K., Atherton, P. J., & Phillips, S. M. (2014). Acute post-exercise myofibrillar protein synthesis is not correlated with resistance training-induced muscle hypertrophy in young men. *PLoS ONE*, *9*(2), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089431>.

Mitchell, W. K., Phillips, B. E., Hill, I., Greenhaff, P., Lund, J. N., Williams, J. P., Rankin, D., Wilkinson, D. J., Smith, K., & Atherton, P. J. (2017). Human skeletal muscle is refractory to the anabolic effects of leucine during the postprandial muscle-full period in older men. *Clinical Science (London, England: 1979)*, *131*(21), 2643–2653.

Moore, D. R. (2019). Maximizing Post-exercise Anabolism: The Case for Relative Protein Intakes. *Frontiers in Nutrition*, *6*(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00147>

Moore, D. R., Churchward-Venne, T. A., Witard, O., Breen, L., Burd, N. A., Tipton, K. D., & Phillips, S. M. (2015). Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, *70*(1), 57–62. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu103>.

Moro, T., Tinsley, G., Bianco, A., Marcolin, G., Pacelli, Q. F., Battaglia, G., Palma, A., Gentil, P., Neri, M., & Paoli, A. (2016). Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *Journal of Translational Medicine*, *14*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1044-0>.

Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(6), 376–384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>.

Murphy, C. H., Churchward-Venne, T. A., Mitchell, C. J., Kolar, N. M., Kassis, A., Karagounis, L. G., Burke, L. M., Hawley, J. A., & Phillips, S. M. (2015). Hypoenergetic diet-induced reductions in myofibrillar protein synthesis are restored with resistance training and balanced daily protein ingestion in older men. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, *308*(9), E734–E743. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00550.2014>.

Murphy, C. H., Shankaran, M., Churchward-Venne, T. A., Mitchell, C. J., Kolar, N. M., Burke, L. M., Hawley, J. A., Kassis, A., Karagounis, L. G., Li, K., King, C., Hellerstein, M., & Phillips, S. M. (2018). Effect of resistance training and protein intake pattern on myofibrillar protein synthesis and proteome kinetics in older men in energy restriction. *Journal of Physiology*, *596*(11), 2091–2120. <https://doi.org/10.1113/JP275246>

Saxton, R. A., & Sabatini, D. M. (2017). Review. *Cell*, *168*(6), 960–976. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.02.004>.

Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C., & Phillips, S. M. (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/nu10020180>.

Tinsley, G. M., Moore, M. L., Graybeal, A. J., Paoli, A., Kim, Y., Gonzales, J. U., Harry, J. R., Vandusseldorp, T. A., Kennedy, D. N., & Cruz, M. R. (2019). Time-restricted feeding plus resistance training in active females: A randomized trial. *American Journal of Clinical Nutrition*, *110*(3), 628–640. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz126>.

Trommelen, J., Betz, M. W., & van Loon, L. J. C. (2019). The Muscle Protein Synthetic Response to Meal Ingestion Following Resistance-Type Exercise. *Sports Medicine*, *49*(2), 185–197. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01053-5>.