

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Gabriela Lucciana Martini

**Comparação das adaptações neuromusculares em  
ovolactovegetarianos e não vegetarianos  
submetidos ao treinamento de força e ajuste da  
ingestão proteica**

Porto Alegre, 2019

**Gabriela Lucciana Martini**

**Comparação das adaptações neuromusculares em  
ovolactovegetarianos e não vegetarianos  
submetidos ao treinamento de força e ajuste da  
ingestão proteica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carolina Guerini de Souza

Co-Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre, 2019

# **Comparação das adaptações neuromusculares em ovolactovegetarianos e não vegetarianos submetidos ao treinamento de força e ajuste da ingestão proteica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de mestre

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o exame de qualificação geral elaborado por Gabriela Lucciana Martini, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Alimentação, Nutrição e Saúde

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Hamilton Roschel

---

Profª. Drª. Cíntia Ehlers Botton

---

Profª. Drª Cláudia Dornelles Schneider

---

Orientadora - Profª. Drª. Carolina Guerini de Souza

---

Co-Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

## CIP - Catalogação na Publicação

Martini, Gabriela Lucciana

Comparação das adaptações neuromusculares em ovolactovegetarianos e não vegetarianos submetidos ao treinamento de força e ajuste da ingestão proteica / Gabriela Lucciana Martini. -- 2019.

71 f.

Orientadora: Carolina Guerini Souza.

Coorientadora: Ronei Silveira Pinto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Treinamento de resistência. 2. Necessidade proteica. 3. Dieta vegetariana. 4. Hipertrofia. 5. Força muscular. I. Souza, Carolina Guerini, orient. II. Pinto, Ronei Silveira, coorient. III. Título.

Dedico este trabalho a minha família,  
professores e amigos por seu apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

Esse trabalho é fruto do carinho e incentivo dos meus pais, das oportunidades e da confiança que os meus queridos orientadores depositaram em mim, da expertise, parceria e empatia dos colegas de trabalho, que acima de tudo se tornaram bons amigos, e do enorme prazer que eu tenho em trabalhar com o que eu amo!

Meus pais, meus exemplos. Obrigada por proporcionarem tudo (e ainda um pouco mais) para eu chegar até aqui e ir além. Amo vocês incondicionalmente.

Prof<sup>a</sup> Carol, que já vem contribuindo na minha formação muito de começar a me orientar no mestrado: nada disso seria possível se não fosse a confiança que tu tens em mim. Obrigada por me incentivar e proporcionar oportunidades e experiências que fazem com que eu me desenvolva como profissional e ser humano. Te admiro muito. Prof. Ronei, obrigada por ter aberto as portas do teu laboratório e grupo de pesquisa para que eu pudesse desenvolver esse trabalho, pelos ensinamentos e, principalmente, e por ter me co-orientado e acolhido com tanto carinho. Sei que essa é “só” uma etapa sendo finalizada e que no doutorado seguirmos produzindo muito mais!

Ju (que desde o início do projeto é o “anjo que tá me salvando” e que não mede esforços para que tudo dê certo), Matheus, Issa, Régis e Bibi: a contribuição de vocês foi muito mais importante do podem imaginar. Vocês foram essenciais e eu não tenho palavras para agradecer! Muito obrigada!!!!

Colegas do Grupo de Pesquisa em Treinamento de Força, agradeço por me acolherem e principalmente aos que compuseram a equipe do projeto (coletando dados, contribuindo com a redação do artigo, supervisionando os treinos dos participantes...). Aprendi muito com todos vocês!

Professores Eurico Wilhelm e Eduardo Cadore, obrigada pelo interesse e disponibilidade em auxiliar e contribuir com o trabalho.

Secretários e secretária do LAPEX, pela cordialidade e pela contribuição com o bom andamento do trabalho.

Minhas amigas maravilhosas, que se mobilizaram não só para divulgar, mas também para participar da pesquisa. Caca, Gabi, Gabí, o apoio de vocês me incentivou muito. E Mari, se não fosse por ti não teria nem matrícula, né?! Por essas e outras sou muito grata a todas.

Aos demais amigos e amigas por compartilharem os bons momentos, se fazerem presentes nessa jornada e estarem sempre na torcia!

À Deus pelo amparo, proteção e bênçãos.

Meus sinceros agradecimentos a vocês.

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento de força (TF) gera uma sobrecarga progressiva no músculo esquelético, induzindo aumentos em variáveis como força máxima e taxa de produção de toque (TPT), que ocorrem inicialmente pelas adaptações neurais e posteriormente por incrementos morfológicos (hipertrofia). Uma sessão de TF estimula um aumento nas taxas de síntese proteica muscular (SPM) por até 48h após a sessão, e a ingestão de ~20g de proteína de alta qualidade na refeição pós-treino induz um platô agudo nessa síntese, que retorna aos níveis basais após ~5h. Assim, uma adequada distribuição de fontes alimentares proteicas ao longo do dia, pode ser uma importante estratégia para manutenção do estímulo anabólico. De modo geral, proteínas de origem animal são consideradas de alta qualidade, ao contrário das proteínas vegetais, que são deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais. Entretanto, a combinação de diferentes fontes proteicas em uma mesma refeição viabiliza as adequações quanti e qualitativas preconizadas para potencializar a SPM, tanto em indivíduos vegetarianos, quanto em não vegetarianos (NV). **Objetivo:** Comparar as adaptações neuromusculares de ovolactovegetarianos (OLV) e NV submetidos ao TF e ao ajuste da ingestão proteica por refeição. **Métodos:** sessenta e quatro adultos destreinados foram incluídos neste ensaio clínico, sendo 26 OLV (26,1±6,1 anos; 22,7±2,6kg/m<sup>2</sup>; 21 mulheres; 5 homens) e 38 NV (27,4±8,9 anos; 23,3±2,6 kg/m<sup>2</sup>; 22 mulheres; 15 homens). Ambos os grupos realizaram 12 semanas de TF, com frequência bissemanal, e foram instruídos a ingerir nesse período pelo menos 20g de proteína de alta qualidade por meio de alimentos no café da manhã, almoço e jantar. Antes e depois da intervenção, os grupos foram avaliados quanto a espessura muscular (EM) dos músculos do quadríceps femoral (QF), composição corporal, teste de uma repetição máxima (1RM), pico de torque isométrico (PT<sub>iso</sub>) de extensores de joelho e taxa de produção de toque (TPT) nos intervalos de 0-50ms, 50-100ms e 100-250ms. Foram aplicados recordatórios de 24h, pré, durante e pós intervenção, para avaliar a ingestão dietética e a adesão ao ajuste da ingestão proteica. **Resultados:** Finalizaram a participação no estudo 17 OLV (13 mulheres e 4 homens) e 27 NV (16 mulheres e 11 homens), que demonstraram incrementos ( $p \leq 0,05$ ) na EM do QF, massa magra, 1RM, PT<sub>iso</sub> e TPT após as intervenções, sem diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Embora a ingestão proteica dos grupos tenha aumentado durante a intervenção ( $p < 0,05$ ), o grupo OLV teve menor ingestão de lipídeos e proteínas em comparação ao NV ( $p < 0,05$ ).



Quanto a adesão às recomendações de ingestão proteica por refeição, os grupos não apresentaram associação com nenhuma categoria de adequação ( $p > 0,05$ ). Entretanto, analisando as frequências dos grupos nas categorias, foi considerado que ambos os grupos tiveram uma adesão parcial às recomendações de ingestão proteica por refeição. **Conclusão:** as adaptações neuromusculares foram semelhantes entre OLV e NV após as intervenções propostas. O consumo de carne e a maior ingestão proteica não conferem benefícios adicionais quando o ajuste da ingestão proteica é parcialmente aderido e o aporte proteico total diário atinge a recomendação mínima para suprir as demandas do exercício físico.

**Palavras-Chave:** Treinamento de resistência, Necessidade proteica, Dieta vegetariana, Hipertrofia, Força muscular.

## ABSTRACT

**Introduction:** Resistance training (RT) provides a progressive overload to the skeletal muscles and induces increase in variables such as maximal strength and in rate of torque development (RTD), which occurs initially by neural adaptations and posteriorly by morphological increments (i.e., hypertrophy). A RT session can enhance the rate of muscle protein synthesis during 24h to 48h after the session, and the intake of ~20g of high protein quality in a meal post-training induces an acute plateau in this synthesis, that returns to basal levels in ~5h. Thus, an adequate distribution of protein intake throughout the day, from whole foods, may be an important strategy for maintaining anabolic stimulation. Generally, the animal proteins are considered high quality, in contrary to vegetal proteins, which are deficient in one or more of essential amino acids. However, the right combination of whole food sources in the same meal allows the adjustment of quality and quantity recommended to enhance MPS, in vegetarian individuals as well as non-vegetarians (NV). **Objective:** to evaluate the neuromuscular adaptations of ovo-lacto-vegetarians (LOV) and NV after RT and the adjustment of protein intake per meal. **Methods:** sixty-four untrained individuals met the eligibility criteria and started the participation 26 LOV (26.1±6.1years; 22.7±2.6kg/m<sup>2</sup>; 21 woman; 5 men) and 37 NV (27.4±8.9 years; 23.3±2.6kg/m<sup>2</sup>; 22 woman; 15 men), performed 12 weeks of RT and were instructed to intake, from whole food sources, at least 20g of high quality protein at breakfast, lunch and dinner. Before and after the intervention both groups performed assessments of muscle thickness (MT) of all quadriceps femoris muscles (QF<sub>sum</sub>), body composition, one repetition maximum test (1RM) and isometric peak torque (PT<sub>iso</sub>) of the knee extensors and rate of torque development (RTD) at 0-50 ms, 50-100 ms, and 100-250 ms. It were applied 24h dietary recalls, at pre, during and post intervention to assess the total dietary intake and the adherence of recommendations per meal. **Results:** seventeen OLV (13 woman and 4 men) and 27 NV (16 woman and 11 men) completed the study and showed increments at post intervention ( $p \leq 0.05$ ) regarding MT of QF<sub>sum</sub>, 1RM, PT<sub>iso</sub> and RTD outcomes and in lean body mass that occurs similarly between the groups ( $p > 0.05$ ). Although both groups had enhanced their protein intake during the intervention ( $p \leq 0.05$ ), the LOV group showed a lower intake of lipids and protein than NV ( $p \leq 0.05$ ). Regarding the adherence to recommendations of per meal protein intake, the groups showed no significant association with any of the adequacy categories ( $p > 0.05$ ), however when assessing the

group frequencies, it was considered that both groups had a partial adherence to the recommendations of protein intake per meal. **Conclusion:** The neuromuscular adaptations was similar between LOV and NV after the proposed intervention. The meat consumption and a higher daily protein intake did not confer additional advantages when the adjustment of protein intake are partially adhered and sufficient amounts of total protein are consumed on the day to meet the demands of physical exercise.

**KEY WORDS:** Resistance training; Dietary protein; Vegetarians; Hypertrophy; Muscle Strength.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1 Flow diagram

55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Strength training protocol for the both groups	51
Tabela 2	Adjusted mean of total dietary intake at each follow up twenty-four-hour dietary recall interviews applied in both groups	52
Tabela 3	Frequency of LOV and NV groups in the categories of adequacy of the three mean meal in the day and of the each main meal throughout the study	53
Tabela 4	Adjusted means and confidences intervals of body composition, muscle strength and muscle thickness outcomes	54

## LISTA DE ABREVIATURAS

BMC	Bone mineral content
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CI	Confidence intervals
DR	Dietary recall
DXA	Dual energy X-ray absorptiometry
EM	Espessura muscular
FIPE	Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos
FM	Fat mass
HCPA	Hospital de Clinicas de Porto Alegre
MT	Muscle thickness
LM	Lean mass
LOV	Lacto-ovo-vegetarian
MIVC	Maximal isometric voluntary contraction
NV	Não vegetarianos/ Non-vegetarian
OLV	Ovolactovegetarianos
PT <sub>iso</sub>	Pico de toque isométrico/ Isometric peak torque
QF	Espessura muscular do quadríceps femoral
QF <sub>sum</sub>	Overall muscle thickness of the quadriceps femoris
RF	Rectus femoris
RT	Resistance training
RTD	Rate of torque development
RTD <sub>0-50</sub>	Rate of torque development assessed at 0 to 50ms
RTD <sub>0-100</sub>	Rate of torque development assessed at 50 to 100ms
RTD <sub>100-250</sub>	Rate of torque development assessed at 100 to 250ms
SD	Standard Deviation
SPM	Síntese proteica muscular
TDI	Total dietary intake
TF	Treinamento de força
TPT	Taxa de produção de torque
TW	Total weight

UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VI	Vastus intermedius
VL	Vastus lateralis
VM	Vastus medialis
1RM	Uma repetição máxima/ One repetition maximal
1 <sup>st</sup> R24h	First twenty-four-hour dietary recall interviews
2 <sup>nd</sup> R24h	Second twenty-four-hour dietary recall interviews
3 <sup>rd</sup> R24h	Third twenty-four-hour dietary recall interviews
4 <sup>rd</sup> R24h	Fourth twenty-four-hour dietary recall interviews
%AD	Percent of adequacy of three main meals in the day
%AM	Percent of adequacy of each main meal throughout the study

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2. HIPÓTESE.....</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
3.1 PRIMÁRIO .....	19
3.2 SECUNDÁRIOS .....	20
<b>4. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
4.1 REGULAÇÃO DA MASSA MUSCULAR ESQUELÉTICA.....	20
4.2 ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES DO TREINAMENTO DE FORÇA .....	21
4.3 RECOMENDAÇÕES SOBRE INGESTÃO PROTEICA NO TREINAMENTO DE FORÇA.....	23
4.4 VEGETARIANISMO E DESEMPENHO ESPORTIVO.....	25
<b>5. ORIGINAL ARTICLE.....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ), VERSÃO CURTA.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO 3 - ORIENTAÇÕES SOBRE O CONSUMO DE PROTEÍNAS PARA VEGETARIANOS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO 4 - ORIENTAÇÕES SOBRE O CONSUMO DE PROTEÍNAS PARA NÃO VEGETARIANOS.....</b>	<b>70</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O músculo esquelético é um dos tecidos mais abundantes e metabolicamente ativos do corpo humano (TIPTON; HAMILTON; GALLAGHER, 2018). As proteínas musculares são formadas essencialmente por aminoácidos e podem ser classificadas em frações miofibrilares, sarcoplasmáticas, mitocondriais ou mistas. (POORTMANS et al., 2012; TIPTON; HAMILTON; GALLAGHER, 2018). A quantidade e a qualidade das proteínas em um sistema biológico são controladas pelo *turnover* proteico, processo contínuo de síntese e degradação de proteínas que é responsável pelo remodelamento do tecido muscular, substituindo as proteínas danificadas por novas ou mudando sua composição para se adaptar a novas demandas, como as exigidas pelo exercício físico (DEUTZ; WOLFE, 2013; TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019)

O treinamento de força (TF) quando sistematicamente realizado, promove diversos benefícios relacionados a melhora da *performance* esportiva, da composição corporal e da saúde como um todo (DESCHENES; KRAEMER, 2002; FOLLAND; WILLIAMS, 2007; WESTCOTT WL. WINETT RA. ANNESI JJ. WOJCIK JR. ANDERSON ES. MADDEN PJ., 2009) A sobrecarga progressiva promovida no músculo durante a prática regular de TF promove adaptações neuromusculares que resultam principalmente em aumento da força e hipertrofia (PHILLIPS; WINETT, 2010). As maiores taxas de incremento de força são observadas no período inicial do treinamento, com principal influência das adaptações neurais, enquanto os incrementos da massa muscular, que também contribuem com o aumento da força, geralmente são observados após as primeiras 6-8 semanas (KNIGHT; KAMEN, 2001; STARON et al., 2017).

O processo hipertrófico é caracterizado pela síntese e adição de proteínas contráteis e estruturais às fibras musculares, decorrentes do estímulo proveniente do TF e de longos períodos de balanço proteico positivo, ou seja, de taxas de síntese proteica musculares (SPM) superiores às de degradação, (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018; DESCHENES; KRAEMER, 2002; PHILLIPS, 2014). Para suportar essas adaptações, a *American College of Sports Medicine* (2016) preconiza o consumo proteico de 1,2 a 2g/kg/dia. Estudos agudos têm evidenciado que o estímulo a SPM é influenciado pela quantidade de proteína ingerida, promovendo uma

resposta dose-dependente relativa ao consumo proteico, que é saturável. (BIOLO et al., 1997; JÄGER et al., 2017; KUMAR et al., 2009; MOORE et al., 2009a; PHILLIPS, 2014). Em indivíduos jovens e destreinados, o estímulo máximo é obtido com a oferta de 20g ou 0,25g/kg de proteína de alta qualidade em uma mesma refeição (MACNAUGHTON et al., 2016; MOORE et al., 2009a; WITARD et al., 2014).

Dessa forma, considerando que esse platô no aumento da SPM retorna aos níveis basais em aproximadamente 5h e que o estímulo decorrente do TF pode perdurar por 24h à 48h, a distribuição adequada da ingestão proteica ao longo do dia parece ser uma boa estratégia para otimizar o estímulo anabólico (ARETA et al., 2013; BURD et al., 2011; MOORE et al., 2012). Por isso, recomendações atuais preconizam que sejam consumidas quantidades moderadas de proteína de alta qualidade (0,25g/kg de peso ou uma dose absoluta de 20 – 40g) em intervalos regulares (a cada 3- 5h) para indivíduos adultos que buscam aumento de massa muscular (MACNAUGHTON et al., 2016; MAMEROW et al., 2014; MOORE et al., 2009a, 2009b, 2015). Mais especificamente, também é sugerido que essas doses de proteína sejam ofertadas em pelo menos 3 refeições distribuídas ao longo do dia, sendo elas café da manhã, almoço e jantar (MAMEROW et al., 2014; MOORE et al., 2015).

É importante ressaltar que nesse ajuste, além da quantidade, a qualidade da proteína ingerida também exerce um papel muito importante, tendo em vista que aminoácidos essenciais são capazes de promover um maior estímulo a SPM. (DEUTZ; WOLFE, 2013; JÄGER et al., 2017). Estudos recentes têm demonstrado que a ingestão proteica por meio de alimentos *in natura* é efetiva para esta finalidade, entretanto, alguns ajustes podem ser necessários, considerando que, apesar das proteínas de origem animal conterem elevadas quantidades de todos os aminoácidos essenciais, as proteínas de origem vegetal são deficientes em um ou mais destes aminoácidos (THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). A combinação adequada de proteínas de origem vegetal ou animal + vegetal pode prover todos os aminoácidos essenciais em uma mesma refeição, viabilizando a obtenção do aporte proteico em quantidade e qualidade adequadas por meio da alimentação, inclusive em dietas vegetarianas, as quais preconizam o consumo de alimentos de origem vegetal e restringem o consumo de carne (HOFFMAN; FALVO, 2005; MARSH; MUNN; BAINES, 2012; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016; VANVLIET; BURD; VAN LOON, 2015).

Estudos evidenciam que o vegetarianismo pode promover inúmeros benefícios a saúde, entretanto, os indivíduos que aderem a esse tipo de dieta podem apresentar redução da ingestão de diversos nutrientes (CLARYS et al., 2014; ELORINNE et al., 2016; RIZZO et al., 2013). A *Academy of Nutrition and Dietetics* (2015) afirma que dietas vegetarianas, quando devidamente planejadas, podem ser adequadas para todos os estágios da vida e também para atletas e desportistas (LYNCH; JOHNSTON; WHARTON, 2018; MELINA; CRAIG; LEVIN, 2016; ROGERSON, 2017). Apesar disso, ainda não está claro na literatura se existem diferenças nas adaptações neuromusculares de vegetarianos e não vegetarianos em resposta ao TF (Craddock, 2016). O que se sabe é que a prática regular de exercício físico exige um aumento do aporte proteico diário e que vegetarianos comumente apresentam um menor consumo de proteína e menores concentrações intramusculares de creatina, devido a exclusão de carne da dieta, o que pode limitar os incrementos hipertróficos e de força nesses indivíduos (BARR; RIDEOUT, 2004; BROSNAN; BROSNAN, 2016; CLARYS et al., 2014; RIZZO et al., 2013; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). Dessa forma, a otimização do estímulo anabólico ao longo do dia, promovido pelo ajuste quali e quantitativo da ingestão proteica nas refeições principais, pode ser uma importante estratégia para viabilizar que semelhantes adaptações neuromusculares ocorram em OLV e NV em resposta ao TF, independente das diferenças relativas a ingestão proteica desses tipos de dieta.

## **2. HIPÓTESE**

Os incrementos em parâmetros neuromusculares em resposta ao treinamento de força são semelhantes em indivíduos ovolactovegetarianos e não vegetarianos, quando estes realizam o ajuste da ingestão proteica por refeição.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 PRIMÁRIO**

Comparar as adaptações neuromusculares em resposta ao treinamento de força entre indivíduos ovolactovegetarianos e não vegetarianos com ingestão adequada de proteínas.

### 3.2 SECUNDÁRIOS

Comparar ovolactovegetarianos e não vegetarianos antes e depois do período de intervenção, quanto a:

- Composição corporal (massa livre de gordura, massa gorda e conteúdo mineral ósseo);
- Ingestão de macronutrientes dos dois grupos, principalmente com relação a proteína;
- Adesão ao ajuste da ingestão proteica por refeição.

## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 REGULAÇÃO DA MASSA MUSCULAR ESQUELÉTICA

O músculo esquelético é um dos tecidos mais abundantes e metabolicamente ativos do corpo humano, sendo também essencial para realização de diversas funções, que vão desde atividades diárias básicas, como locomoção, até o desempenho esportivo (TIPTON et al., 1999). As proteínas musculares são formadas essencialmente por aminoácidos e podem ser classificadas em frações miofibrilares, sarcoplasmáticas, mitocondriais ou mistas (POORTMANS et al., 2012; TIPTON et al., 1999). A quantidade e a qualidade das proteínas em um sistema biológico são controladas constantemente pelo *turnover* proteico, caracterizado por processos de síntese e degradação de proteínas, responsáveis pelo remodelamento do tecido muscular, substituindo as proteínas danificadas por novas ou mudando sua composição para se adaptar a novas demandas, como as exigidas pelo exercício físico (DEUTZ; WOLFE, 2013; TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019)

A síntese proteica muscular (SPM) é comumente mensurada pela taxa de síntese das frações das proteínas musculares e pode ser determinada com uso de aminoácidos marcados com isótopos estáveis. Esses, após serem infundidos no plasma ou consumidos por meio de uma refeição, são incorporados nas proteínas musculares ao longo de um determinado período, resultando em uma taxa que é expressa em percentual por unidade de tempo. Tais medições têm sido empregadas para avaliar os efeitos do exercício e da alimentação no balanço proteico (geralmente em até 24h) (DEUTZ; WOLFE, 2013; MITCHELL et al., 2014). Em contrapartida, a mensuração das taxas de degradação das frações musculares ainda é pouco utilizada, pois exige protocolos experimentais e cálculos mais complexos, limitando o conhecimento disponível até o momento sobre esse processo (TIPTON; HAMILTON; GALLAGHER, 2018).

O balanço proteico muscular é determinado pela diferença entre as taxas de síntese e degradação de proteínas (MURTON; GREENHAFF, 2013; TIPTON; HAMILTON; GALLAGHER, 2018). A manutenção da quantidade do músculo esquelético ocorre quando ambas as taxas são proporcionais por longos períodos (TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019). Taxas de SPM superiores às de degradação resultam num balanço proteico positivo, que se forem mantidas a longo prazo podem culminar no aumento da massa muscular. De modo contrário, um progressivo balanço proteico negativo, promovido por taxas de degradação superiores às de síntese, resulta na diminuição da massa muscular. Entre os fatores que afetam as taxas de síntese e degradação de proteínas podemos considerar aspectos hormonais, idade, inflamação, trauma, nutrição e exercício físico (TANG; PHILLIPS, 2009; TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019).

#### 4.2 ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES DO TREINAMENTO DE FORÇA

A prática do treinamento de força (TF) tem se tornado cada vez mais popular, devido aos benefícios relacionados à melhora do desempenho esportivo, da composição corporal e da saúde como um todo (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). Esse tipo de treinamento promove uma sobrecarga progressiva no músculo esquelético, tornando-o mais forte e promovendo hipertrofia em decorrência das adaptações neuromusculares que ocorrem

cronicamente (PHILLIPS; WINETT, 2010). Dessa forma, para que os desfechos específicos sejam atingidos (resistência muscular, hipertrofia, força máxima ou potência) é importante que seja feita uma adequada manipulação das variáveis agudas do programa de treino (frequência, intensidade, volume, intervalos entre séries, velocidade da repetição e seleção e ordem dos exercícios) (DESCHENES; KRAEMER, 2002; KRAEMER, 1983).

Além disso, é importante considerar que o nível de treinamento inicial do indivíduo pode afetar a magnitude do desempenho e das adaptações fisiológicas promovidas pelo TF, tendo em vista que indivíduos destreinados tendem a apresentar uma melhor resposta do que os experientes ou treinados, principalmente na fase inicial do treinamento (DESCHENES; KRAEMER, 2002; GARBER et al., 2011; HÄKKINEN et al., 1998; KRAEMER; RATAMESS, 2004). O *American College of Sports Medicine* (2011) sugere que indivíduos destreinados iniciem o treinamento com a prática de 8 a 10 exercícios, que contemplem os maiores grupos musculares, de 2 a 3 vezes por semana com uma única série de 8 a 10 repetições (GARBER et al., 2011).

Em relação às adaptações promovidas pelo TF, sabe-se que as maiores taxas de incremento de força são observadas no período inicial do treinamento, com principal influência das adaptações neurais, enquanto os incrementos da massa muscular, que também contribuem com o aumento da força, geralmente são observados em fases posteriores do treinamento (DESCHENES; KRAEMER, 2002; KNIGHT; KAMEN, 2001). Entre as adaptações neurais promovidas pelo TF, principalmente entre a segunda e a oitava semanas de treinamento, estão a diminuição da co-contracção do músculo antagonista, aumento do tamanho das junções neuromusculares, maior sincronia e frequência de disparos das unidades motoras, entre outras, promovendo um aumento da força máxima dinâmica e isométrica (DESCHENES; KRAEMER, 2002; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; HÄKKINEN et al., 1998). Entretanto, é importante considerar que o incremento de força resulta da habilidade do sistema nervoso de ativar um alto limiar de unidades motoras e a quantidade de massa muscular disponível para contracção (DESCHENES; KRAEMER, 2002).

O aumento da massa muscular esquelética, além de ser benéfico para o incremento da força, também contribui com o aumento da taxa metabólica basal, diminuição da sarcopenia no envelhecimento, aparência física, e aumento da massa

magra corporal (KRAEMER, WILLIAM; RATAMESS, NICHOLAS; FRENCH, DUNCAN, 2002). Os desfechos hipertróficos podem se manifestar como aumento da área de secção transversa do músculo ou também como aumento na massa, espessura, área e/ou volume muscular. O aumento da massa magra corporal também é comumente considerado sinônimo de aumento de massa muscular esquelética, contudo, ele reflete também o estado de hidratação do indivíduo, além de considerar outros tecidos não contráteis (HAUN et al., 2019; NANA et al., 2014).

O processo hipertrófico é caracterizado pela síntese e adição de proteínas contráteis e estruturais às fibras musculares, decorrentes do estímulo proveniente do TF, que passa a contribuir com os incrementos de força a partir da sexta ou oitava semana de treinamento (KNIGHT; KAMEN, 2001; STARON et al., 2017). Apesar de estar claro na literatura que uma única sessão de treino é capaz de estimular a SPM por 24 a 48h (BURD et al., 2011), são necessários longos períodos de balanço proteico positivo, ou seja, de taxas de SPM superiores às de degradação, para que a hipertrofia ocorra (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018; DESCHENES; KRAEMER, 2002; PHILLIPS, 2014). Para suportar essas adaptações, é essencial que haja a provisão de um adequado aporte energético e de nutrientes, principalmente no que se refere a ingestão proteica (THOMAS, 2016).

#### 4.3 RECOMENDAÇÕES SOBRE INGESTÃO PROTEICA NO TREINAMENTO DE FORÇA

O principal objetivo da oferta de proteína no treinamento de força é fornecer aminoácidos para induzir o estado anabólico, viabilizando o aumento da massa muscular esquelética (DEUTZ; WOLFE, 2013). O *American College of Sports and Medicine* (2016) preconiza o consumo de 1,2 a 2g/kg/dia para viabilizar as adaptações metabólicas, reparo e remodelamento proteico em decorrência do treinamento, mas também considera que adaptação muscular ao treinamento pode ser maximizada com a adequada distribuição de proteína de alta qualidade ao longo do dia, tendo em vista que estudos agudos mostram que o estímulo a SPM é influenciado pela quantidade de proteína ingerida, promovendo uma resposta dose-dependente relativa ao consumo proteico, que pode ser saturável (BIOLO et al., 1997; JÄGER et al., 2017;

KUMAR et al., 2009; MOORE et al., 2009a; PHILLIPS, 2014; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016).

Estudos tem demonstrado que o estímulo máximo é obtido com a oferta de 20 a 30g ou 0,25g a 0,30g/kg de proteína de alta qualidade em uma mesma refeição, podendo ser encontrada no *Whey Protein*, considerando adultos destreinados (menos de 4 meses de prática de TF) ou de 40g para adultos treinados (6 meses de prática de TF) e idosos, sendo que doses adicionais promovem a oxidação de aminoácidos (MACNAUGHTON et al., 2016; MOORE et al., 2009a; WITARD et al., 2014). Dessa forma, considerando que esse platô no aumento da SPM promovido pela refeição com proteína em quantidade e qualidade adequada retorna aos níveis basais em aproximadamente 5h, enquanto o estímulo anabólico decorrente do TF pode perdurar por 24h a 48h, a distribuição adequada da ingestão proteica ao longo do dia parece ser uma boa estratégia para manutenção do estímulo anabólico (ARETA et al., 2013; BURD et al., 2011; MOORE et al., 2012). Por isso, as recomendações atuais para indivíduos adultos que buscam aumento de massa magra preconizam que sejam consumidas quantidades moderadas de proteína de alta qualidade (0,25g/kg de peso ou uma dose absoluta de 20 – 40g) em intervalos regulares (a cada 3- 5h) e, mais especificamente, é sugerido que doses de proteína sejam ofertadas em pelo menos 3 refeições, sendo elas café da manhã, almoço e jantar (MAMEROW et al., 2014; MOORE et al., 2015).

Outro aspecto relevante evidenciado nesses estudos é que, além da quantidade, a qualidade da proteína ingerida também exerce um papel muito importante, tendo em vista que aminoácidos essenciais são capazes de promover um maior estímulo a SPM (DEUTZ; WOLFE, 2013; JÄGER et al., 2017). Por isso, a grande maioria dos trabalhos que suportam os achados em relação à ingestão proteica e ao aumento agudo da SPM utilizou o aporte proteico proveniente da suplementação de proteínas isoladas de alta qualidade, como *Whey Protein* isolado/hidrolisado, ou da infusão intravenosa de aminoácidos (ARETA et al., 2013; TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019).

Apesar disso, estudos recentes têm demonstrado que a ingestão proteica por meio de alimentos *in natura* também é efetiva para estimular a SPM e suportar o remodelamento de proteínas musculares após o exercício, mesmo que não sejam tão rapidamente digeríveis (GORISSEN; RÉMOND; VAN LOON, 2015; TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019; VAN VLIET et al., 2017). Isso porque, além da capacidade



de prover um bom perfil de aminoácidos, alimentos *in natura* consumidos em uma refeição completa podem promover benefícios adicionais, por fornecerem outros nutrientes, como minerais e vitaminas, que também podem promover benefícios adicionais a saúde (TROMMELEN; BETZ; VAN LOON, 2019; VAN VLIET et al., 2017). A exemplo disso, podemos citar o estudo conduzido por Van Vliet et al. (2017), que avaliaram o efeito do consumo de 18g de proteína por ovos inteiros ou de claras de ovos na SPM após o exercício. Os autores concluíram que o consumo de fonte de proteína provenientes de alimentos *in natura* (ovos inteiros e claras de ovos) também promovem um balanço proteico positivo, de forma similar a fontes isoladas como *Whey Protein* e caseína. Além disso, os ovos inteiros promoveram um maior estímulo a SPM miofibrilar do que clara de ovos, em quantidade suficiente para fornecer o mesmo aporte proteico.

Contudo, alguns ajustes podem ser necessários quando utilizamos alimentos *in natura* para compor uma refeição com ingestão proteica ajustada, pois, de forma geral, enquanto as proteínas de origem animal (carnes em geral, ovos e laticínios), são consideradas de alto valor biológico por conterem elevadas quantidades de todos os aminoácidos essenciais, as proteínas de origem vegetal são deficientes em um ou mais destes aminoácidos (THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016; VANVLIET; BURD; VAN LOON, 2015). Apesar disso, as proteínas de origem vegetal podem prover todos os aminoácidos essenciais quando combinadas adequadamente em uma mesma refeição. Um bom exemplo é a combinação de cereais e leguminosas como arroz e feijão, que são deficientes em lisina e metionina, respectivamente, e se complementam formando uma proteína completa. Também pode ser considerada a combinação de proteínas vegetais + animais, que naturalmente são fonte de todos os aminoácidos essenciais. Essas combinações permitem que as refeições possam fornecer o aporte proteico em quantidade e qualidade adequadas em diversos tipos de dieta, como por exemplo no vegetarianismo, que preconiza o consumo de alimentos de origem vegetal (HOFFMAN; FALVO, 2005; LYNCH; JOHNSTON; WHARTON, 2018; MARSH; MUNN; BAINES, 2012; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016; VANVLIET; BURD; VAN LOON, 2015).

#### 4.4 VEGETARIANISMO E DESEMPENHO ESPORTIVO

Vegetarianismo é um termo genérico que se refere a um padrão alimentar baseado em alimentos de origem vegetal e que preconiza a exclusão de carne e pode ser classificado de acordo com o consumo de demais alimentos de origem animal. A dieta ovolactovegetariana contempla o consumo de ovos, leite e derivados, a ovo e a lacto vegetariana consideram apenas, respectivamente, o consumo de ovos ou de leite e derivados, enquanto a vegetariana estrita preconiza a exclusão de qualquer alimento de origem animal (CRAIG; MANGELS, 2009; MELINA; CRAIG; LEVIN, 2015). A adesão à dieta vegetariana ocorre por questões relativas a religião, preservação ambiental, compaixão pelos animais e redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas e tem aumentado nos últimos anos em diversos países (LEITZMANN, 2014; MELINA; CRAIG; LEVIN, 2016).

Diversos estudos evidenciam que o vegetarianismo pode promover diversos benefícios à saúde, contribuindo inclusive para o tratamento e prevenção de algumas doenças, por promoverem um maior consumo de oligo e polissacarídeos, fibras, frutas, vegetais, antioxidantes e fitoquímicos (VENDERLEY; CAMPBELL, 2006). Entretanto, também está bem documentado que esse tipo de dieta pode causar a redução da ingestão de certos nutrientes, como proteína, ácidos graxos ômega 3, vitaminas D e B12, minerais como ferro e zinco e, além disso, devido à exclusão de todos os tipos de carne da dieta, vegetarianos apresentam menores concentrações intramusculares de creatina. (CLARYS et al., 2014; ELORINNE et al., 2016; RIZZO et al., 2013). Recentemente, posicionamento da *Academy of Nutrition and Dietetics* (2015), assim como outras revisões da literatura, afirma que dietas vegetarianas quando devidamente planejadas podem ser adequadas para todos os estágios da vida e também para atletas e desportistas (LYNCH; JOHNSTON; WHARTON, 2018; MELINA; CRAIG; LEVIN, 2015; ROGERSON, 2017). Apesar disso, ainda são escassos os estudos que avaliam efetivamente os impactos desse padrão alimentar no desempenho esportivo (CRADDOCK; PROBST; PEOPLES, 2016; LYNCH; JOHNSTON; WHARTON, 2018).

Uma recente revisão sistemática da literatura, conduzida por Craddock et al. (2016), objetivou avaliar a relação do consumo de dietas vegetarianas com a melhora da performance, incluindo estudos que comparassem a dieta vegetariana e não vegetariana (sem uso de suplementos) e que avaliassem diretamente o desempenho. Os autores concluíram que parece não haver diferenças entre o desempenho aeróbico ou anaeróbico de indivíduos vegetarianos e não vegetarianos. Entretanto, os poucos

estudos incluídos na revisão (n=8) apresentavam uma série de limitações importantes de serem consideradas, evidenciando a necessidade de mais ensaios clínicos que explorem e elucidem essa questão. Em relação ao desempenho no TF, foram encontrados apenas três estudos que avaliaram indivíduos idosos, não vegetarianos, que mantiveram ou passaram a ingerir uma dieta vegetariana durante o período de intervenção da pesquisa (CAMPBELL et al., 1999; HAUB; WELLS; CAMPBELL, 2005; WELLS et al., 2003). Campbell et al. (1999), Haub, Wells e Campbell. (2005), Wells et al. (2003) verificaram que não houve diferença entre os incrementos de força máxima de vegetarianos e não vegetarianos, entretanto, Wells et al. (2003) e Campbell et al. (1999), que avaliaram a composição corporal antes e após intervenção encontraram resultados divergentes. Enquanto Wells et al. (2003) verificaram que não houve diferença inicial e nem incremento significativo na massa magra de vegetarianos e não vegetarianos (possivelmente pelo aporte proteico fornecido, 0,6g/kg de peso), Campbell et al. (1999) observaram que, em relação à massa magra, “vegetarianos” tiveram uma redução, enquanto não vegetarianos apresentaram um aumento e, por isso, concluíram que a retirada de carne da dieta pode comprometer a resposta hipertrófica de indivíduos idosos.

Dessa forma, fica claro que são poucos os estudos que avaliam o desempenho dessa população na prática esportiva e que, considerando a série de limitações que estes apresentam, existe uma lacuna na literatura que reforça a necessidade de que mais pesquisas explorem o tema (CRADDOCK; PROBST; PEOPLES, 2016). Além disso, é importante destacar que vegetarianos que não possuem uma alimentação devidamente planejada e diversificada, geralmente apresentam uma baixa ingestão de proteínas, nutriente essencial para suportar as demandas do exercício e principalmente as adaptações ao TF (CLARYS et al., 2014; RIZZO et al., 2013; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). Sendo assim, é extremamente importante que os estudos também considerem explorar estratégias que auxiliem os vegetarianos a alcançar a ingestão adequada de nutrientes, que se encontra aumentada com a prática regular de exercício físico.

## 5. ORIGINAL ARTICLE

## **Neuromuscular adaptation of lacto-ovo-vegetarians and non-vegetarians to strength training and adjustment of protein intake per meal**

**Authors:** Gabriela L. Martini <sup>1</sup>, Juliana Teodoro<sup>2</sup>, Clarissa Brusco<sup>2</sup>, Bianca Fochesatto<sup>3</sup>, Mateus Oliveira<sup>2</sup>, Rodrigo Neske<sup>2</sup>, Filipe Veeck<sup>2</sup>, Ronei Pinto<sup>2</sup>, Carolina Guerini<sup>3,4</sup>

### **Filiations**

<sup>1</sup> Postgraduate Program in Food, Nutrition and Health, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, Rio Grande do Sul, Brazil

<sup>2</sup> School of Physical Education, Physiotherapy and Dance, UFRGS, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

<sup>3</sup> Department of Nutrition, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

<sup>4</sup> Nutrition and Dietetics Service, Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

### **Corresponding Author:**

Gabriela L. Martini,

Postgraduate Program in Food, Nutrition and Health (PPGANS),

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Rua Ramiro Barcelos 2400, 2º andar, Santa Cecília, Porto Alegre, Rio Grande do Sul,

Brazil. Tel: +55-513308-5509, Fax: +55-513308-5232

E-mail: gabrielalmartini@gmail.com

**ABSTRACT:** This study aimed to compare the neuromuscular adaptations of lacto-ovo-vegetarians (LOV) and non-vegetarians (NV) to resistance training (RT) and adjustment of protein intake per meal. **Methods:** sixty-four untrained LOV or NV adults performed 12 weeks of RT and were instructed to intake at least 20g of high quality protein by whole food at breakfast, lunch and dinner during this period. Before and after the intervention both groups performed assessments of muscle thickness (MT) of all quadriceps femoris muscles ( $QF_{sum}$ ), body composition, knee extensors' one repetition maximum (1RM) and isometric peak torque ( $PT_{iso}$ ), rate of torque development (RTD) at 0-50 ms, 50-100 ms, and 100-250 ms and of dietary intake, which was also evaluated during the intervention to verify the adherence to per meal recommendations. **Results:** After training, there was significant increases ( $p \leq 0.05$ ) in the MT of  $QF_{sum}$ , 1RM,  $PT_{iso}$  and RTD outcomes, besides the improvement of body composition, without differences between groups ( $p > 0.05$ ). Although both groups had enhanced their protein intake during the intervention ( $p \leq 0.05$ ), the LOV group showed a lower intake of protein and lipids than the NV ( $p < 0.05$ ). It was considered that both groups had a partial adherence to per meal recommendations. **Conclusion:** The neuromuscular adaptations was similar between LOV and NV after the proposed intervention. The meat consumption and higher protein intake daily did not confer additional advantages to the NV group, when the adjustment of protein intake are partially adhered and sufficient amounts of total protein are consumed on the day.

**KEY WORDS:** Resistance training; Hypertrophy; Dietary protein; Vegetarians; Sports Nutritional Sciences

## INTRODUCTION

Resistance training (RT) provides a progressive overload to the skeletal muscles and induces increase in maximal strength, muscle quality and, among other things, in rate of torque development (RTD) which occurs initially by neural adaptations and posteriorly by morphological increments (i.e., hypertrophy) (DESCHENES; KRAEMER, 2002; PHILLIPS; WINETT, 2010). The enhance in muscular mass, stimulated by RT, results from long periods of positive protein balance, where the rates of muscle protein synthesis (MPS) are higher than the rates of degradation and, for it to occurs, the provision of an adequate protein ingestion is essential (HAUN et al., 2019; PHILLIPS, 2014). Thus, to support the metabolic adaptations, protein turnover and exercise recovery, the current ACSM guideline suggests a daily protein consumption in range of 1,2g - 2,0g/kg/day for individuals performing strength training (BIOLO et al., 1997; PHILLIPS, 2014; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016).

Acutely, a RT session is able to stimulate the MPS and this effect can be enhanced by protein intake, according to the quantity and the quality of the protein ingested (BIOLO et al., 2017; HULMI et al., 2009; MOORE et al., 2009b). The simultaneous ingestion of 20g - 30g or 0,25g/kg of high quality protein after a RT session is sufficient to reach an acute maximal MPS in young adults, while excessive protein amount does not promote additional benefices and can lead to oxidative loss (CHURCHWARD-VENNE et al., 2012; MOORE et al., 2009a, 2015; WITARD et al., 2014). However, considering that this plateau induced by protein consumption returns to basal levels in approximately 5h and the RT session effects persists over 24h to 48h after the exercise bout, it has been proposed that an adequate protein distribution over the day can maintain this anabolic stimulus throughout the day (ARETA et al., 2013; BURD et al., 2011; MOORE et al., 2009b). Therefore some studies have demonstrated that the adjustment of protein intake at breakfast, lunch and dinner providing the optimal dose of high quality protein is a good strategy for increasing muscle mass (MAMEROW et al., 2014; MURPHY; OIKAWA; PHILLIPS, 2016).

As it was highlighted, the quality of the protein ingested also plays an important role on muscle hypertrophy, given that essential amino acids are necessary to promote a large stimulus and optimize the MPS (CHURCHWARD-VENNE et al., 2012; PHILLIPS, 2016; TIPTON et al., 1999). Recent studies have demonstrated that,

besides the essentials free amino acids and/or the ingestion of isolated high quality protein powders such as whey protein, the ingestion of whole foods are also an effective nutritional strategy to support muscle protein turnover and recovery after exercise (ARETA et al., 2013; BIOLO et al., 1997; CHURCHWARD-VENNE et al., 2012; MOORE et al., 2009a, 2012). However, some adjustments may be necessary, given that animal protein sources (egg, milk and meats) contain large amounts of all essential amino acids, while plant sources are generally deficient in one or more of these amino acids (HOFFMAN; FALVO, 2005; VANVLIET; BURD; VAN LOON, 2015). Thus, the right combination of whole food sources in a same meal, like animal + plant or plant + plant (cereal and legume), allows the adjustment of quality and quantity for different eating patterns, such as the vegetarianism, which prioritize vegetal food sources. (MELINA; CRAIG; LEVIN, 2016; VANVLIET; BURD; VAN LOON, 2015).

Vegetarian diets can be classified according to the exclusion of animal food sources. Some of the main classifications are the lacto-ovo-vegetarian (LOV) that allow the intake of egg, milk and dairy products, and in strict vegetarians, that avoid any kind of animal food source (CRAIG; MANGELS, 2009; MELINA; CRAIG; LEVIN, 2015). Although several studies have shown the health benefits of vegetarian diets and that these may be adequate to meet the demands of physical exercise, few studies evaluate and compare the performance of LOV and of non-vegetarians (NV) (CRADDOCK; PROBST; PEOPLES, 2016; CRAIG; MANGELS, 2009). Given that protein intake needs are increased with physical exercise and that vegetarians have lower protein intake and lower intramuscular creatine concentrations by excluding meat from the diet, the increases of muscle mass and strength of vegetarians may be compromised (BROSNAN; BROSNAN, 2016; BURKE et al., 2003; CLARYS et al., 2014; KREIDER, 1995; THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). Therefore, considering that the appropriate qualitative and the quantitative adjustment of protein intake at main meal from whole foods sources maximizes the anabolic stimulus, this may be an important strategy to promote similar adaptations between LOV and NV. Thus, the objective of this study was to evaluate the neuromuscular adaptations of LOV and NV after RT and the adjustment of protein intake per meal.



## **2. MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 Experimental design**

The present study is a 3-month clinical trial named “Comparison of the Increment of Neuromuscular Parameters in Vegetarians and Non-vegetarians” with two groups: LOV and NV, registered at [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) as NCT03785002. Both groups were instructed on the adjustment of protein intake per meal and performed 12 weeks (24 sessions) of the same RT program. Dietary intake was assessed before (PRE), during (approximately at 4 and 8 weeks of training) and after (POST) the intervention, while the evaluation of the neuromuscular parameters and body composition were performed just in PRE and in POST periods. The same experienced investigators were responsible for the same tests in all periods, using identical procedures and same specific instructions and they were blinded to the participants’ intervention and to their dietary intake (NV or LOV), except for the nutritionist. At 0week the PRE assessments were performed, the participants visited the laboratory at two occasions separated by at least 48 hours. On the first visit, the participants answered the short form of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (CRAIG et al., 2003), underwent assessments of body composition and ultrasonography of the quadriceps femoris (QF), and performed a familiarization with the maximal strength tests. On the second visit, the maximal strength tests and the dietary intake assessments were performed. In addition, the participants were also instructed about the adjustment of protein intake per meal, which must be maintained throughout the study participation. The study was carried out during two semesters, from February 2018 to December 2018 at School of Physical Education, Physiotherapy and Dance of Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### **2.2 Participants**

It was considerate a difference of up to 20kg in bilateral knee extension one-repetition maximum (1RM) test after the adjustment of per meal protein intake, value that does not give a difference between the groups, a power of 80% and a type I error

probability of 5%, the calculation determined 32 individuals per group, totaling 64 participants.

Were invited to participate on this study health individuals aged 19 to 55 years, who were not engaged in any regular physical exercise for at least six months prior to the study, were not using protein, amino acid or thermogenic supplementation and had adopted LOV or NV dietetic patterns for at least six months prior to the study. The disclosure and the recruitment occurred by oral invitation, social medias and posters throughout the study. Participants who expressed interest in the study were screened via email and further review of adequacy to the eligibility criteria was also performed face to face on the first visit. Exclusion criteria encompassed individuals who adopted vegan, lacto or egg vegetarian diets; had body mass index equal or higher than 30kg/m<sup>2</sup>; any chronic disease and/or musculoskeletal disorder that could impair the enrollment on a RT program; and if the participant was unable to adhere to dietary modifications. The participants were carefully informed of the purpose, procedures, and risks of study participation, and written informed consent was obtained from all participants. All procedures were approved by the local Ethics Committee (register number: 69787617.0.0000.5327) and conducted in accordance with the Declaration of Helsinki. The participants answered the IPAQ and their physical activity level were classified on low, medium or high, according the questionnaire instructions.

## **2.3 Intervention**

### **2.3.1 Adjustment of protein intake per meal**

Both groups were instructed by a nutritionist to intake, from whole food sources, at least 20g or 0,25g/kg of high quality protein at each one of three main meals of the day (breakfast, lunch and dinner) in order to maximally stimulate MPS (MAMEROW et al., 2014; MOORE et al., 2009a, 2015). The participants were also instructed to maintain this recommendation until the POST evaluations. Furthermore, guides with examples about combinations of foods that guarantee the protein amount required per meal were provided, according the food preferences of NV and LOV, considering egg, milk, milk products and vegetal protein food sources, with or without meat, respectively. Besides these adjustments, the participants were also instructed to maintain their eating habits.

### 2.3.2 Resistance training program

The RT program was performed twice a week over 12 weeks (i.e., 24 sessions of training) and all sessions were supervised by experienced fitness professionals. (GARBER et al., 2011; KRAEMER et al., 2002). Both groups performed the same RT protocol, with a linear periodization (see Table 1), that included exercises performed on traditional machines or free weights: leg press, bench press, bilateral knee extension, biceps curl, bilateral leg curl, lat pull-down, triceps pulley, abdominal crunch, back extension. To guarantee the number of repetitions and intensity requested in each training session, the loads were increased whenever the participants could perform more repetitions than the intensity target. All the participants were advised to avoid other physical exercises throughout the study.

## 2.4 Evaluation of outcomes

### 2.4.1 Dietary intake

Four 24 hour Dietary Recall interviews (R24h) were applied by a nutritionist to assess the participants' dietary intake on a weekday. (CASTELL; SERRA-MAJEM; RIBAS-BARBA, 2015). The first R24h (1stR24h) was applied at PRE, before the nutritional instruction, to assess the total dietary intake (TDI) of energy and macronutrient of the participants' original diets. Other three follow-up R24h were performed to evaluate the TDI and the adherence to dietary recommendations, being two of these R24h (2ndR24h and 3rdR24h) applied during the intervention and the last one (4thR24h) applied at POST period of intervention. The TDI of all R24h were calculated using Nutrition Support Program - Nutwin® (Federal University of São Paulo - Escola Paulista de Medicina). To assess adherence to dietary recommendations, the amount of protein intake at breakfast, lunch and dinner were individually analyzed in each follow up R24h and were considered "adequate" when a quantity equal or higher than 20g or 0.24g/kg of protein was reached, or "inadequate" when this amount was not reached. Thus, the adherence was evaluated by percent of adequacy of three main meals in the day (%AD) (i.e., frequency "adequacy" in breakfast, lunch and dinner at 2ndR24h, at 3rdR24h and at 4thR24h). It was also evaluated the percent of adequacy of each main meal throughout the study (%AM) (i.e., frequency of "adequacy" of breakfast at 2nd,3rd and 4thR24h; lunch at 2nd,3rd and 4thR24h and dinner at 2<sup>nd</sup>,3<sup>rd</sup>

and 4<sup>th</sup>R24h), to evaluate if any group had more difficulty adhering to a meal. The %AD and %AM were classified in without (0%), low (33,3%), moderate (66,6%) or high (100%) categories of adequacy.

#### 2.4.2 Muscle thickness

Muscle thickness (MT) of the rectus femoris (RF), vastus intermedius (VI), vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL) of the right limb, were measured by ultrasonography (Nemio XG, Toshiba, Japan). It was used a linear-array probe with 60mm and 9.0-MHz (image depth 70mm, 90dB general gain, at neutral position), that was coated with a water-soluble transmission gel to provide acoustic contact without depressing the dermal surface. Before capturing the images, the participants rested in the supine position for 10 minutes with the lower limbs extended and relaxed to allow the body fluids to stabilize, the same posture was adopted during the evaluation. (RADAELLI et al., 2018) The MT for RF, VL and VM was defined as the distance between subcutaneous adipose tissue-muscle interface and for VI as the distance between muscle-bone interface. The images were analyzed using ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) and were used for further analyzes the mean of three images of each muscle (RF, VI, VM and VL). In addition, the overall MT of the quadriceps femoris ( $QF_{sum}$ ) was calculated from the sum of the four muscles MT (RF+VI+VM+VL) (FUKUMOTO et al., 2012).

#### 2.4.3 Maximal strength tests and rate of torque development

The maximal isometric peak torque ( $PT_{ISO}$ ) and the rate of torque development (RTD) of the right knee extensors were assessed using an isokinetic dynamometer (Cybex Norm; Ronkonkoma, NY, USA) connected to 2000HzA /D converter (Miotec, Brazil) that was calibrated according to the manufacturer's instructions. The participants warmed up for five minutes in a circle ergometer at a self-selected cadence and were seated on the equipment with trunk and thighs firmly strapped and the hip flexed at 85° (0°=anatomic position). A specific warm up of 10 isokinetic repetitions at an angular velocity 120°.seg<sup>-1</sup> was also performed. Three 3-s maximal isometric voluntary contraction (MIVC) attempts were performed, at the knee angle of 60°

(0°=knee fully extended), with rest periods of 180s between attempts. All participants were instructed to avoid countermovement before knee extension and were encouraged to exert the test “as hard and as fast as possible” after the starting command. Was used for analyzes only the MIVC with the highest  $PT_{iso}$ . RTD was measured at 0-50 ms ( $RTD_{50}$ ), 0-100 ms ( $RTD_{100}$ ) and 100-250 ms ( $RTD_{100-250}$ ) intervals and the analysis were performed using MATLAB software (MathWorks Inc.). Muscle contraction onset was considered the point that knee extensor torque exceeded 2.5% of the peak torque. (MAFFIULETTI et al., 2016).

Maximal dynamic strength was assessed by bilateral knee extension one-repetition maximum (1RM) test on a knee extension machine (KonnenGym, China). Each participant's maximal load was determined in up to five attempts, in which the load was increase until the highest weight lifted in a single valid repetition with proper technique and range of motion was found. The 1RM range of motion reached by each participant during the familiarization session was recorded by a customized device and it should be reached during all test assessments. Three to five minutes' recovery were allowed between attempts. It was determined that if the difference between the 1RM measured at test and retest was >5%, a new testing session would be necessary (PLOUTZ-SNYDER; GIAMIS, 2001).

#### 2.4.4 Body composition

The total weight, lean mass, fat mass and bone mineral content were obtained by imaging with dual energy X-ray absorptiometry - DXA (GE Healthcare Lunar, model Lunar Prodigy Madison, USA), which was calibrated once a day following all the standardized measurement procedures according manufacturer's recommendations. The participants were instructed to wear light clothes (without zippers, buttons) and to remove any metallic material or similar accessory. Then, they were positioned in a supine position, lying still during total body scanning (approximately 8 min). The results were automatically calculated by the equipment's software (Encore version 14.1, Lunar Prodigy Madison, USA).

## 2.5 Statistical analysis

Continuous data is expressed as means  $\pm$ SD or 95% confidence intervals (95% CIs) and categorical data is expressed as frequencies and percent values. The chi square test of homogeneity of proportions was used to evaluate the differences between groups regarding the physical activity level and the adherence to dietary recommendations (%AD and %AM). A model of analysis of variance for repeated measures was adjusted by the mixed models to assess the variables in TDI, neuromuscular parameters and body composition. All variables of neuromuscular parameter and of body composition, the main effects of group (LOV vs NV), time (PRE vs. POST) and the group x time interactions were assessed. The other TDI variables were evaluated the main effects of group (LOV vs NV), time (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup>R24h) and the group x time interactions. The mixed model suppositions were verified by residual analysis. T tests were used to compare the total training volume of leg press and knee extension between the groups. Significance was established at the  $\alpha$  0.05 level. The statistical analysis was performed using the SPSS v. 25 software (IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

### 3. RESULTS

#### 3.1 Participants

A total of 159 potentially eligible individuals volunteered to participate on the present study. Throughout the study, 64 of these individuals met the eligibility criteria and started the participation, 26 LOV (26.1  $\pm$  6.1 years; 22.7  $\pm$  2.6 kg/m<sup>2</sup>; 80.8% woman/ 21 woman and 5 men) and 38 NV (27.4  $\pm$  8.9 years; 23.3  $\pm$  2.6 kg/m<sup>2</sup>; 59.5% woman/ 23 woman and 15 men). Thus, 44 participants, 17 LOV (13 woman and 4 men) and 27 NV (16 woman and 11 men) completed the study. The figure 1 shows the flow diagram of the study and the overall assessed data, it is specified the number of participants that had their data analyzed for each variable assessed as there was some technical issue and data was missed.

The chi-square test of homogeneity of proportions showed significant differences in physical activity level between groups ( $p > 0.05$ ). The LOV ( $n = 26$ ) was associated with moderate category while the NV ( $n = 37$ ) group was associated with low

category, and the groups were not associated with “high” category. The percent of LOV and NV in each categories of IPAQ was, respectively, 38.5% vs. 72.5% at “low level”; 50% vs. 19.4% at “moderate level”; and 11.5% vs. 8.1% at “high level”.

### 3.2 Overall findings

The suppositions were met for all variables adjusted by the mixed models. There was no main time  $\times$  group interaction for any variable of all the assessed outcomes ( $p > 0.05$ ). The participants that completed the study had a 100% of frequency and during the intervention no adverse effects related to training were reported. The total training volume (set  $\times$  load  $\times$  repetition) of leg press [LOV 55525 (41160.0 – 118440.0); NV 63225.0 (57759.7 – 80862.8) and knee extension [LOV 28986.0 (17862.0 – 48348.0); NV 30168.0 (14795.0 – 53100.0)] was similar between groups ( $p > 0.05$ ).

### 3.3 Dietary intake

The adjusted means of variables assessed in TDI are summarized in Table 2. The LOV group showed significantly lower total intake of lipids [LOV 61.8 (51.7 – 71.9) g vs NV 77.9 (69.6 – 86.2) g;  $p = 0,017$ ], of protein [LOV 73.1 (61.4 – 84.9) g vs NV 106.4 (96.9 – 116.0) g;  $p = 0,000$ ] and protein relativized by total body weight [LOV 1.2 (1.0 – 1.3)g/kg; NV 1.6 (1.4 – 1.7)g/kg;  $p=0.00$ ]. Despite it, both groups showed a lower total protein intake at 1<sup>st</sup> R24h then 2<sup>nd</sup> R24h, 3<sup>rd</sup> R24h and 4<sup>th</sup> R24h [1<sup>st</sup> R24h 70.1 (61.2 - 79.1) g; 2<sup>nd</sup> R24h 90.6 (81.4 – 99.8) g; 3<sup>rd</sup> R24h 93.8 (84.5 – 103.2) g; 4<sup>th</sup> R24h 104.7 (91.3 – 118.1)g]  $p \leq 0.05$ , and a lower protein relativized by total weight at 1<sup>st</sup> R24h then 2<sup>nd</sup> R24h, 3<sup>rd</sup> R24h and 4<sup>th</sup> R24h [1<sup>st</sup> R24h 70.1 (61.2 - 79.1) g; 2<sup>nd</sup> R24h 90.6 (81.4 – 99.8) g; 3<sup>rd</sup> R24h 93.8 (84.5 – 103.2) g; 4<sup>th</sup> R24h 104.7 (91.3 – 118.1)g]  $p \leq 0.05$ . No main effect was observed to total ingestion of energy and carbohydrate ( $p > 0.05$ ).

The adherence to the dietary recommendations results are summarized at Table 3. The chi-square test of homogeneity of proportions showed that there was no significant effect of association between the groups and the categories of adequacy to %AD in 2<sup>nd</sup> R24h, 3<sup>rd</sup> R24h and 4<sup>th</sup> R24h ( $p=0.13$ ;  $p=0.10$ ;  $p=0.72$ , respectively). In all

of these follow up RD, both groups had higher frequency of adequacy at moderate and high category. No individual of any group was classified without adequacy category. The statistical analysis of %AM showed that at breakfast had no significant effect of association between the groups and the categories of adequacy ( $p=0.18$ ), but was observed a higher frequency of both groups in the moderate and high adequacy category. However, in the lunch and dinner it was observed significant association between groups in the categories of adequacy ( $p=0.00$  and  $p=0.01$ , respectively). Both at lunch and at dinner, the LOV group was associated with moderate while NV was associated with high adequacy category.

### 3.4 Muscle Thickness

The adjusted means of MT are shown in Table 4. After the intervention, both groups had an increase in MT of RF [PRE 20.7(19.9 – 21.6) mm; POST 22.0 (20.7 – 23.3) mm;  $p=0.02$ ], VI [PRE 16.2(15.2 – 17.1) mm; POST 18.6 (17.5 – 19.7) mm;  $p=0.00$ ], VM [PRE 20.1(19.0 – 21.2) mm; POST 22.8(21.4 – 24.1) mm;  $p=0.00$ ], VL [PRE 22.4(21.6 – 23.2) mm; POST 23.6(22.7 – 24.5) mm;  $p=0.00$ ] and QF<sub>sum</sub> [PRE 79.1 (76.4 – 81.8) mm; POST 86.4 (82.8 – 90.9) mm;  $p=0.00$ ]. There was no main effect for group ( $p>0.05$ ).

### 3.5 Maximal strength tests and rate of torque development

The adjusted means of variables assessed in maximal strength tests and RTD are shown in the Table 4. The statistical analysis showed an significant increase at POST tests in PT<sub>iso</sub> [PRE 167.4 (153.3 – 181.3) N.m; POST 191.6 (176.1 – 207.1) N.m;  $p=0.00$ ], RTD<sub>50</sub> [PRE 457.4 (376.1 – 538.7) N.m.s<sup>-1</sup>; POST 530.6 (445.3 – 615.9) N.m.s<sup>-1</sup>;  $p=0.02$ ], RTD<sub>100</sub> [PRE 473.2 (390.9 – 555.9) N.m.s<sup>-1</sup>; POST 549.8 (467.1 – 632.6) N.m.s<sup>-1</sup>;  $p=0.01$ ], RTD<sub>100-250</sub> [PRE 761.5 (658.8 – 864.2) N.m.s<sup>-1</sup>; POST 872.2 (771.8 – 973.6) N.m.s<sup>-1</sup>;  $p=0.00$ ] and 1RM [PRE 64.2 (58.8 – 69.2) kg; POST 87.5 (80.9 – 94.1) kg;  $p=0.00$ ]. There was no main effect for group for any variables ( $p>0.05$ ).

### 3.6 Body composition



The adjusted means of body composition assessed variables are shown in Table 4. Both groups had a significant increase in the total weight [PRE 64.5 (61.8 – 67.3) kg; POST 65.2 (62.4 – 68.1) kg;  $p=0.03$ ] and lean mass [PRE 40.3 (38.1 - 42.5) kg; POST 41.6 (39.3 – 43.9) kg;  $p=0.00$ ], and a decrease in the fat mass [PRE 21.8 (20.3 – 23.2) kg; POST 21.2 (19.7 – 22.7) kg;  $p=0.01$ ] ( $p\leq 0.05$ ). Regarding bone mineral content, no main effect was observed ( $p>0.05$ ). There was no main effect for group for any variables ( $p>0.05$ ).

#### 4. DISCUSSION

The aim of this study was to compare the neuromuscular adaptations induced by RT of LOV and NV after adjusted protein intake per meal throughout the day. The main finding was that both groups experienced similar neuromuscular increments. LOV and NV increased the muscle thickness of the RF, VI, VM and VL, maximal isometric and dynamic strength, and had an improvement in body composition, characterized by enhancement of lean mass and decreased fat mass.

The assessment of total dietary intake showed that both groups had an increase in total protein intake during the intervention and attained the range of total protein intake preconized by the American College of Sports Medicine (1.2 a 2.0g/kg/day) to support the RT adaptations, despite the difference in total intake between groups (THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). It was observed that the LOV group reached the minimal amount (~1.2g/kg) while NV, that already met the values preconized before starting the intervention, reached a larger range (~1.5 to 1.8g/kg) of total protein intake. This might have occurred because the recommendation about the adjustment of per meal protein intake, when properly adhered, promotes the consumption of ~ 60g of protein at day, beyond the amount of protein intake in other meals.

Regarding the adherence to the dietary recommendations, NV presented a better adequacy of protein intake at lunch and dinner comparing to the LOV group. However, this advantage did not promote difference in % AD between the groups in any of the RD assessed. The groups had no significant association with none category

of adequacy and, although it was desired that the groups would be associated with “high” adequacy category, it was also observed that the smallest or absent frequencies were at “without” and “low” adequacy category in the LOV and NV groups. Thus, the dietary recommendations may be considered partially adhered by both groups.

The sports performance of vegetarian individuals is still underexplored in the scientific literature, especially regarding the hypertrophic outcomes in this population. In the present study, it was observed that the proposed interventions promoted similar hypertrophic adaptations in both groups. The LOV and NV groups showed a significant increase in QF MT and lean body mass. According to the literature, hypertrophy is a result of long periods of positive protein balance promoted by RT and protein intake stimulus to increase of MPS (PHILLIPS, 2014; STOKES et al., 2018). Although some researches advise that daily protein intake in range of ~1.6 g/kg/day up to 2.2 g/kg/day is more effective than lower amounts to induce muscle mass accretion, the adequate per meal protein intake throughout the day seems to be essential to optimize the stimulus (STOKES et al., 2018). 2018). Our results showed that, despite that the total protein intake of LOV (~1.3g/kg) been lower than NV (~1.8g/kg), both groups ingested satisfactory total amounts to support the RT adaptations. Therefore it is possible to consider that the partial adherence to the dietary recommendations by both groups was sufficient to maximize the MPS, so a higher protein intake would possible not confer additional benefices.

As opposed to our findings, the study conducted by Campbell et al. (1999) demonstrated that the lean mass gains were different between older individuals who consumed meat and those who maintained a vegetarian diet during the 12 weeks of RT. During the intervention, the NV group was instructed to maintain their usual diet, while the LOV group could consume eggs, milk and dairy products but restricted to any kind of meat. The authors concluded that the exclusion of meat impaired the increase in lean body mass, however, this may have occurred due to the lower energy intake and the lower total daily protein intake than the recommendations to enhance training adaptations (THOMAS; BURKE; ERDMAN, 2016). Beyond these assumptions, it is important to mention that a recent study compared the effects of ingestion of 30g protein by milk or beef sources in myofibrillar MPS of young man after a session of RT (BURD et al., 2015). It was reported that both protein sources promoted a strong increase in the rate of synthesis and that the myofibrillar MPS assessed over 5h after

the exercise did not differ between the sources (BURD et al., 2015). These findings highlight why the meat exclusion from the diet will not affect hypertrophic outcomes when properly substituted.

Although meat consumption is not essential to promote hypertrophic increments when the protein intake is adequate, it is important to consider that this is the mainly food source of creatine, which is a nitrogenous compound found mainly in skeletal muscle, in form of phosphocreatine, that is essential for the sports performance (BIOLO et al., 2017). Despite of creatine being produced endogenously, several studies have shown that because vegetarians exclude meat from their diet, they have lower muscle creatine concentrations compared to NV (BARR; RIDEOUT, 2004; BROSNAN; BROSNAN, 2016; KREIDER, 1995). This may compromise the performance of vegetarians in RT, given that during the exercise the phosphocreatine is quickly broken in creatine and adenosine triphosphate, providing immediately fuel for muscle contraction, playing an important role in exercises of maximal and submaximal intensity (BARR; RIDEOUT, 2004; BURKE et al., 2003; LUKASZUK et al., 2016). However, in the present study, LOV and NV performed the same training and volume and showed similar increases in maximal strength measured in isometric and dynamic conditions. Considering that hypertrophic increments contribute to the increments in strength after the first few weeks of training and both groups had similar increases in muscle thickness, it is possible that the hypertrophic outcomes might have also contributed to the increments observed in strength (NARICI et al., 1989; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; KRAEMER et al., 2002).

The RTD reflects the ability of the neuromuscular system to increase contractile force from a resting level when muscle activation is intended to be performed as quickly as possible (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2017). The evaluation of RTD over different time intervals provide important information about the effects of the training, given that the influences from neural and morphological properties on RTD changes throughout the rising torque-time curve. The early phase of RTD (<100ms of contraction onset ) is primarily influenced by neural drive, while the later phase (>100ms) is more related to adaptive mechanisms that promote gains in maximal strength and the morphological properties, like cross sectional area of miofibres and of muscle (i.e., hypertrophy) (MAFFIULETTI et al., 2016; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2017). In the present study, it was observed that after the intervention both groups had a similar increase of RTD

assessed at all intervals, evidencing that they had a similar neural and morphological increments.

The intervention proposed in the present study also induced improvements in body composition. Besides the enhance in lean body mass, it was observed a decrease in fat mass at POST period, that occurred similarly in both groups. According Westcott et al. (2009), two weekly training sessions are effective to decreased body fat, despite being more effective for increasing lean mass. Moreover, the RT increase the energy expenditure, and it might have contributed to this outcome, considering that the total energy intake was similar throughout the study (HEDEN et al., 2011; KRAEMER, WILLIAM; RATAMESS, NICHOLAS; FRENCH, DUNCAN, 2002). Although of these improvements, the bone mineral content of LOV and NV did not change, this results was expected because, despite the RT appears to have greater impact in bone mineral density and content in adults of all ages, significant improvements in bone parameters are only observed after long intervention periods (ALMSTEDT et al., 2011; LAYNE; NELSON, 1999; WESTCOTT, 2012).

The main limitation of this study was that the meals were not provided to the participants. This would ensure a greater adherence and especially greater control over nutrient supply. In addition, the present study evaluated maximal strength only in the lower limb and the assessment of an upper limb muscle group would give a wider idea about the possible adaptations by the RT. However, the originality of the study stands out, considering the lack of studies evaluating and comparing the neuromuscular adaptations to RT of individuals who adheres a whole food vegetarian-based diet versus non-vegetarians, without the ingestion of supplements. Furthermore, to the best of the authors' knowledge, this is the first study assessing the adjustment of protein intake per meal by whole food sources during 12 weeks of strength training as a strategy to optimize the gains induced by the RT. In future studies, it would be interesting to offer the main meals to increase the adequacy to protein ingestion. In addition, to conduct a longer period of resistance training with OLV and NV would bring information about the diet patterns on morphological adaptations (KRAEMER et al., 2002).

## 5. CONCLUSION

The neuromuscular adaptations were similar between LOV and NV after the proposed intervention in the study. Both groups experienced enhances in hypertrophy, maximal strength and improvements of body composition after the practice of the same protocol of training RT, with concomitant adjustment of protein intake from whole foods, that was partially adhered by LOV and NV. We observed that the meat consumption and a higher protein intake daily did not confer additional advantages to neuromuscular adaptations of NV untrained health adults compared to LOV, when both groups adhere at least partially to the adjustment of protein intake and consume sufficient amount of total daily protein, according to the American College of Sports Medicine recommendations.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and to FIPE/HCPA (Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos/Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) for funding this study, and to Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), to support to this research. Furthermore, we also gratefully acknowledge to all the participants who made this project possible.

## REFERECES

ALMSTEDT, H. et al. Changes in bone mineral density in response to 24 weeks of resistance training in college man and woman O. **Strength And Conditioning**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 1098–1103, 2011.

ARETA, J. L. et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 591, n. 9, p. 2319–2331, 2013.

BARR, S. I.; RIDEOUT, C. A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. **Nutrition**, [s. l.], v. 20, n. 7–8, p. 696–703, 2004.

BIOLO, G. et al. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. **The American journal of physiology**, [s. l.], v. 273, p. E122-129, 1997.

BIOLO, G. et al. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, [s. l.], v. 268, n. 3, p. E514–E520, 2017.

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

BROSNAN, M. E.; BROSNAN, J. T. The role of dietary creatine. **Amino Acids**, [s. l.], v. 48, n. 8, p. 1785–1791, 2016.

BURD, N. A. et al. Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 141, n. 4, p. 568–573, 2011.

BURD, N. A. et al. Differences in postprandial protein handling after beef compared with milk ingestion during postexercise recovery: A randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 102, n. 4, p. 828–836, 2015.

BURKE, D. G. et al. Effect of Creatine and Weight Training on Muscle Creatine and Performance in Vegetarians. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 35, n. 11, p. 1946–1955, 2003.

CAMPBELL, W. W. et al. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. **American Journal of C**, [s. l.], v. 70, n. March, p. 1032–1039, 1999.

CASTELL, G. S.; SERRA-MAJEM, L.; RIBAS-BARBA, L. What and how much do we eat? 24-hour dietary recall method. **Nutricion Hospitalaria**, [s. l.], v. 31, p. 46–48, 2015.

CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: Effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 590, n.

11, p. 2751–2765, 2012.

CLARYS, P. et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. **Nutrients**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1318–1332, 2014.

CRADDOCK, J.; PROBST, Y.; PEOPLES, G. E. Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, [s. l.], v. 26, p. 212–220, 2016. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/med/26568522%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26568522>>

CRAIG, C. L. . et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 35, n. 8, p. 1396, 2003.

CRAIG, W.; MANGELS, A. Position of the American dietetic association: Vegetarian diets. **Journal of the American Dietetic Association**, [s. l.], v. 97, n. 11, p. 1317–1321, 2009.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and Physiologic Adaptations to Resistance Training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, [s. l.], v. 81, n. 11, p. 6–16, 2002.

FUKUMOTO, Y. et al. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 112, n. 4, p. 1519–1525, 2012.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

HAUN, C. T. et al. A Critical Evaluation of the Biological Construct Skeletal Muscle Hypertrophy : Size Matters but So Does the Measurement. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 10, n. March, p. 1–23, 2019.

HEDEN, T. et al. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 111, n. 3,

p. 477–484, 2011.

HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Review article PROTEIN – WHICH IS BEST ?

**Nutrition**, [s. l.], v. 3, n. 2004, p. 118–130, 2005. Disponível em:

<<http://jssm.org/vol3/n3/2/v3n3-2pdf.pdf>>

HULMI, J. J. et al. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. **Amino Acids**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 297–308, 2009.

KRAEMER, WILLIAM, J.; RATAMESS, NICHOLAS, A.; FRENCH, DUNCAN, N.

Resistance Training for Health and Performance. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

KRAEMER, W. J. et al. Progression models in resistance training for healthy adults.

**Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.

KREIDER, R. B. The effect of creatine loading on muscular strength and body composition. **Strength and Conditioning**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 72–73, 1995.

LAYNE, J. E.; NELSON, M. E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. / Effets d'un entraînement progressif de musculation sur la densité osseuse: revue. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 25–30, 1999.

LUKASZUK, J. M. et al. Effect of Creatine Supplementation and a Lacto-Ovo-

Vegetarian Diet on Muscle Creatine Concentration. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 336–348, 2016.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Rate of force development: physiological and

methodological considerations. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MAMEROW, M. M. et al. Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. **The Journal of nutrition**, [s. l.], v. 144, n. 6, p. 876–80, 2014.

MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and

Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2015.



MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2016.

MOORE, D. R. et al. Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 587, n. 4, p. 897–904, 2009. a.

MOORE, D. R. et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. **The American journal of clinical nutrition**, [s. l.], v. 89, p. 161–168, 2009. b.

MOORE, D. R. et al. Daytime pattern of post-exercise protein intake affects whole-body protein turnover in resistance-trained males. **Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 9, p. 1–5, 2012.

MOORE, D. R. et al. 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**, [s. l.], v. 70, n. 1, p. 57–62, 2015.

MURPHY, C. H.; OIKAWA, S. Y.; PHILLIPS, S. M. Dietary Protein to Maintain Muscle Mass in Aging: A Case for Per-meal Protein Recommendations. **The Journal of frailty & aging**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 49–58, 2016.

NARICI, M. V et al. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, [s. l.], v. 59, n. 4, p. 310–9, 1989. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2583179>>

PHILLIPS, S. M. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 44, n. SUPPL.1, p. 71–77, 2014.

PHILLIPS, S. M. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. **Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1–9, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12986-016-0124-8>>

PHILLIPS, S. M.; WINETT, R. A. Uncomplicated Resistance Training and Health-Related Outcomes. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 208–213,

2010.

PLOUTZ-SNYDER, L. L.; GIAMIS, E. L. Orientation and Familiarization to 1RM Strength Testing in Old and Young Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 519–523, 2001.

RADAELLI, R. et al. Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly women. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 110, n. November, p. 15–22, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.04.015>>

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, [s. l.], v. 38, n. 5, p. 743–762, 2017.

STOKES, T. et al. Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. **Nutrients**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2018.

THOMAS, D. T.; BURKE, L. M.; ERDMAN, K. A. Nutrition and athletic performance. **Journal of the American Medical Association**, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 543–568, 2016.

TIPTON, K. D. et al. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. **The American journal of physiology**, [s. l.], v. 276, n. 4, p. E628-34, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10198297>>

VANVLIET, S. Van; BURD, N. A.; VAN LOON, L. J. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus. **The Journal of Nutrition Critical Review**, [s. l.], v. 145, p. 1981–1991, 2015.

WESTCOTT, W. L. Resistance Training is Medicine. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

WESTCOTT WL. WINETT RA. ANNESI JJ. WOJCIK JR. ANDERSON ES. MADDEN PJ. Prescribing physical activity: applying the ACSM protocols for exercise. **Physician & Sportsmedicine**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 51–58, 2009.

WITARD, O. C. et al. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after. **Am J Clin Nutr**, [s. l.], v. 99, p. 86–95, 2014.

**Table 1.** Strength training protocol for the both groups

<b>Weeks</b>	<b>Sets</b>	<b>Repetitions</b>	<b>Rest between sets</b>
1-3	2	15-12	30s - 1min
4-6	2	12-10	1min e 30s
7-9	3	8-10	2 – 3 min
10-12	3	6-8	3 – 4 min

1RM=one repetition maximum.

**Table 2.** Adjusted mean of total dietary intake at each follow up twenty-four-hour dietary recall interviews applied in both groups

	Lacto-ovo-vegetarian				Non vegetarian			
	1st R24h	2 <sup>nd</sup> R24h	3 <sup>rd</sup> R24h	4 <sup>th</sup> R24h	1st R24h	2 <sup>nd</sup> R24h	3 <sup>rd</sup> R24h	4 <sup>th</sup> R24h
<b>Total dietary intake</b>								
Energy (Kcal)	1808.2 (1495.2 – 2121.1)	1686.7 (1435.4 – 1938.1)	1774.3 (1407.4 – 2141.2)	2060.6 (1706.5 – 2414.7)	1877.8 (1615.5 – 2140.2)	2091.1 (1891.8 – 2290.4)	2322.1 (2020.95 – 2623.3)	2199.2 (1915.9 – 2482.6)
Protein (g)	55.2 (41.4 – 68.9)	76.3 † (62.0 – 90.7)	73.7 † (62.0 – 90.7)	87.5 † (66.5 – 108.4)	85.1 * (73.6 – 96.6)	104.8 †* (93.3 – 116.3)	114.0 †* (102.2 – 125.8)	121.9 †* (105.3 – 138.6)
Protein (g/kg)	0.9 (0.7 – 1.1)	1.2 † (1.0 – 1.4)	1.2 † (0.9 – 1.4)	1.4 † (1.1 – 1.6)	1.2 * (1.1 – 1.4)	1.5 †* (1.4 – 1.7)	1.7 †* (1.5 – 1.9)	1.8 †* (1.5 – 2.0)
Carbohydrate (g)	271.3 (227.1 – 315.4)	211.0 (170.6 – 251.3)	239.1 (197.4 – 280.9)	286.7 (226.2 – 347.1)	231.5 (194.4 – 268.4)	235.6 (203.8 – 267.4)	251.3 (217.2 – 285.4)	248.5 (200.2 – 296.9)
Fat (g)	60.2 (47.2 – 73.3)	62.3 (51.2 – 73.4)	58.1 (36.8 – 79.3)	66.5 (56.2 – 76.9)	68.0 * (57.0 – 78.9)	74.7 * (65.7 – 83.2)	90.9 * (73.4 – 108.4)	78.2 * (69.8 – 86.5)

† = main time effect ; \*main group effect; LOV= lacto-ovo-vegetarian; NV= non vegetarian; 1st R24h = first 24hour dietary recall interview applied; 2<sup>nd</sup> R24h = second 24hour dietary recall interview applied; 3<sup>rd</sup> R24h = third 24hour dietary recall interview applied; 4<sup>th</sup> R24h = forth 24hour dietary recall interview applied.

**Table 3.** Frequency of LOV and NV groups in the categories of adequacy of the three main meal in the day and of the each main meal throughout the study

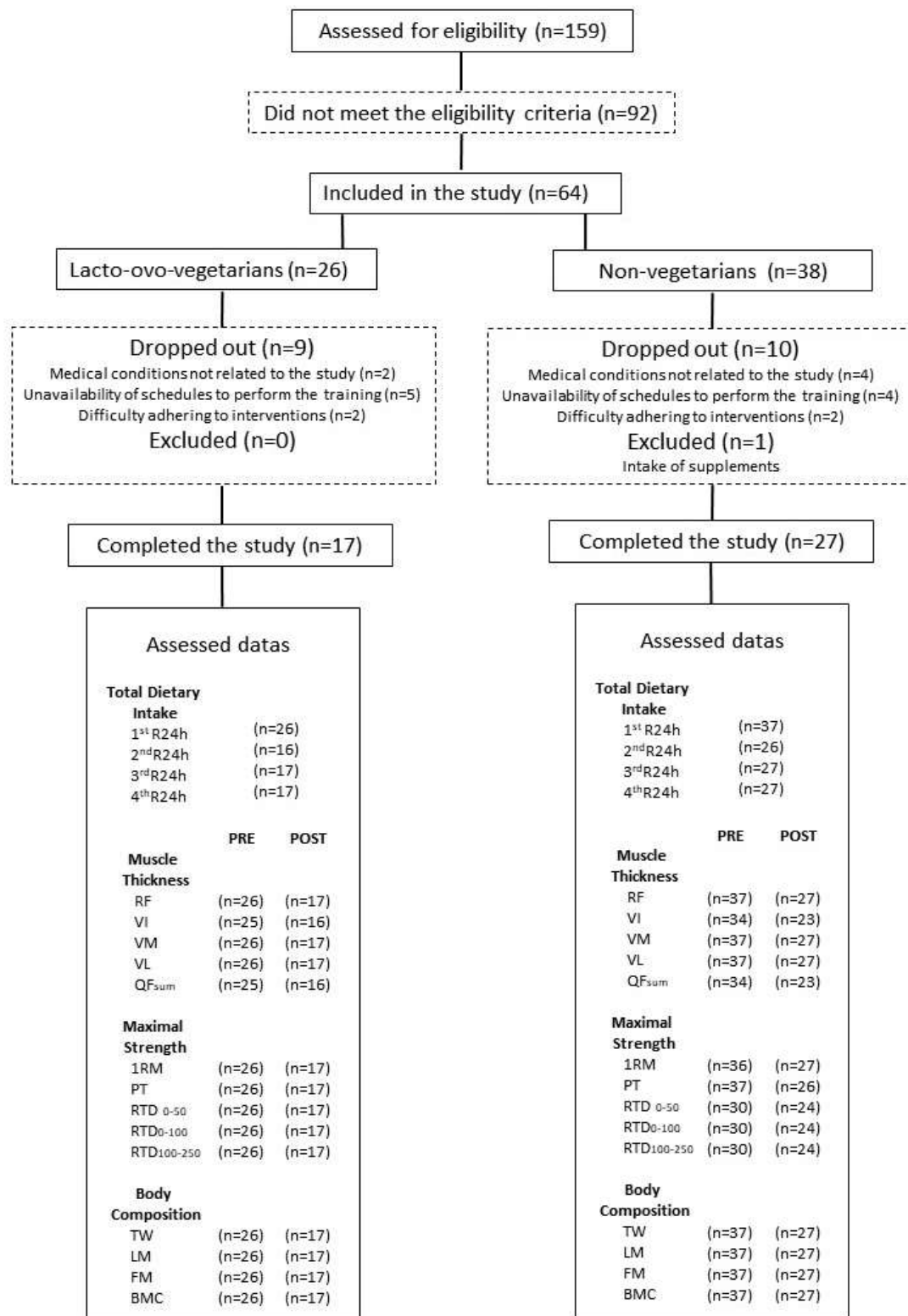
Category of adequacy	%AD						%AM					
	2 <sup>nd</sup> R24h		3 <sup>rd</sup> R24h		4 <sup>th</sup> R24h		Breakfast		Lunch		Dinner	
	LOV	NV	LOV	NV	LOV	NV	LOV	NV	LOV	NV	LOV	NV
<b>No</b>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (11.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (3.8%)
<b>Low</b>	2 (12.5%)	2 (7.7%)	3 (17.6%)	1 (3.7%)	0 (0%)	1 (3.7%)	3 (18.8%)	5 (19.2%)	1 (6.3%)	0 (0.0%)	1 (6.3%)	0 (0.0%)
<b>Moderate</b>	10 (62.5%)	9 (34.6%)	8 (47.1%)	9 (33.33%)	9 (52.9%)	11 (40.7%)	9 (56.3%)	7 (26.9%)	6 (37.5%) <sup>†</sup>	1 (3.8%)	9 (56.3%) <sup>†</sup>	5 (19.2%)
<b>High</b>	4 (25.0%)	15 (57.7%)	6 (35.3%)	17 (63.3%)	8 (47.1%)	15 (55.6%)	4 (25.0%)	11 (42.3%)	9 (56.3%)	25 (96.2%) <sup>†</sup>	6 (37.5%)	20 (76.9%) <sup>†</sup>

<sup>†</sup>= significant positive association; LOV= lacto-ovo-vegetarian; NV= non vegetarian; %AD= percent of adequacy of three main meal in the day; %AD= percent of adequacy of each main meal throughout the study; LOV= lacto-ovo-vegetarian; NV= non vegetarian; 2<sup>nd</sup> R24h = second 24hour dietary recall interview applied; 3<sup>rd</sup> R24h = third 24hour dietary recall interview applied; 4<sup>th</sup> R24h = forth 24hour dietary recall interview applied; No= 0%; Low= 33.3%; Moderate= 66.6%; High=100%.

**Table 4.** Adjusted means and confidences intervals of body composition, muscle strength and muscle thickness outcomes

	LOV		NV	
	0week	13week	0week	13week
<b>Muscle Thickness</b>				
RF (mm)	20.1 (18.8 – 21.3)	21.1 (19.1 – 23.1) <sup>†</sup>	21.4 (20.3 – 22.4)	22.9 (21.3 – 24.5) <sup>†</sup>
VI (mm)	16.5 (15.0 – 17.9)	19.3 (17.6 – 21.0) <sup>†</sup>	15.9 (14.6 – 17.1)	18.0 (16.5 – 19.4) <sup>†</sup>
VM (mm)	16.6 (17.8 – 21.3)	22.6 (20.5 – 24.7) <sup>†</sup>	20.7 (19.2 – 22.1)	22.9 (21.2 – 22.7) <sup>†</sup>
VL (mm)	21.8 (20.5 – 23.6)	23.4 (21.9 – 24.8) <sup>†</sup>	23.1 (22.0 – 24.1)	23.9 (22.7 – 25.6) <sup>†</sup>
QF <sub>sum</sub> (mm)	78.0 (73.9 – 82.0)	86.5 (81.0 – 92.0) <sup>†</sup>	80.2 (76.7 – 83.7)	86.3 (81.6 – 90.9) <sup>†</sup>
<b>Maximal strength tests</b>				
PT <sub>iso</sub> (N.m)	152.9 (131.5 – 174.2)	183.3 (159.4 – 207.2) <sup>†</sup>	182.0 (164.1 – 199.8)	200.0 (180.1 – 219.8) <sup>†</sup>
RTD <sub>0x50</sub> (N.m.s <sup>-1</sup> )	365.2 (245.7 – 484.8)	494 (365.7 – 623.4) <sup>†</sup>	549.5 (439.3 – 659.7)	566.5 (454.7 – 678.4) <sup>†</sup>
RTD <sub>0x100</sub> (N.m.s <sup>-1</sup> )	383.9 (262.9 – 505.0)	508.4 (383.4 - 633.3) <sup>†</sup>	562.5 (450.9 – 674.0)	591.3 (482.7 – 699.9) <sup>†</sup>
RTD <sub>100x250</sub> (N.m.s <sup>-1</sup> )	669.1 (517.9 – 820.3)	812.8 (661.3 – 964.3) <sup>†</sup>	853.9 (714.9 – 993.0)	932.6 (799.4 – 1065.8) <sup>†</sup>
1RM (kg)	60,6 (52.5 – 68.7)	85.4 (75.4 – 95.5) <sup>†</sup>	67.9 (61.0 – 74.8)	89.6 (81.1 – 98.0) <sup>†</sup>
<b>Body composition</b>				
Total weight (kg)	62.3 (58.2 – 66.5)	63.1 (58.7 – 67.4) <sup>†</sup>	66.8 (63.3 – 70.3)	67.4 (63.8 – 71.0) <sup>†</sup>
Lean mass (kg)	38.3 (34.9 – 41.6)	39.5 (36.0 – 43.1) <sup>†</sup>	42.3 (39.4 – 45.1)	43.7 (40.7 – 46.6) <sup>†</sup>
Fat mass (kg)	21.7 (19.3 – 24.0)	21.1 (18.8 – 23.4) <sup>†</sup>	22.0 (20.0 - 23.9)	21.3 (19.3 – 23.2) <sup>†</sup>
BMC (kg)	2.3 (2.1 – 2.5)	2.3 (2.1 – 2.5)	2.4 (2.3 – 2.6)	2.4 (2.3 -2.6)

<sup>†</sup> main time effect; CI= confidence interval (minimum - maximum); LOV= lacto-ovo-vegetarian; NV= non vegetarian; 1-RM= one repetition maximum knee extension test; PT<sub>iso</sub> = isometric peak torque; RTD<sub>0x50</sub> = rate of torque development measured at 0-50 ms; RTD<sub>0x100</sub> = rate of torque development measured at 0-100 ms; RTD<sub>100x250</sub> = rate of torque development measured at 0-50 ms; RF = rectus femoris; VI = vastus intermedius; VM = vastus medialis, VL= vastus lateralis; QF<sub>sum</sub> = overall MT of the quadriceps femoris BMC= bone mineral content.



**Figure 1.** Flow diagram. 1<sup>st</sup> R24h = first 24hour dietary recall interview applied; 2<sup>nd</sup> R24h = second 24hour dietary recall interview applied; 3<sup>rd</sup> R24h = third 24hour dietary recall interview applied; 4<sup>th</sup> R24h = fourth 24hour dietary recall interview applied; RF = rectus femoris; VI = vastus intermedius; VM = vastus medialis, VL= vastus lateralis; QF<sub>sum</sub> = overall MT of the quadriceps femoris BMC= bone mineral content. 1-RM= one repetition maximum knee extension test; PT<sub>iso</sub> = isometric peak torque; RTD 0x50 = rate of torque development measured at 0-50 ms; RTD 0x100 = rate of torque development measured at 0-100 ms; RTD 100x250 = rate of torque development measured at 0-50 ms; TW = total weight; LM = lean mass; FM = fat mass; BMC = bone mineral content.

## 6. CONCLUSÃO

Ovolactovegetarianos e não vegetarianos apresentaram adaptações neuromusculares similares após a prática de treinamento de força com concomitante adesão parcial às recomendações de ajuste da ingestão proteica por refeição, considerando apenas fontes alimentares. Foram verificados aumentos na espessura muscular, na força máxima dinâmica e isométrica, na taxa de produção de toque de todos os intervalos aliados, assim como melhoras significativas na composição corporal, com exceção do conteúdo mineral ósseo, que necessita de intervenções mais longas para que sejam observadas alterações. Houve também um aumento na ingestão proteica total nos dois grupos após o início do estudo, possivelmente devido às orientações sobre o ajuste da ingestão proteica, entretanto, o consumo total de proteínas de vegetarianos permaneceu menor do que a de não vegetarianos. O ajuste da ingestão proteica ao longo do dia foi viável, entretanto, foi considerado que houve uma adesão parcial, tendo em vista que as maiores frequências foram observadas nas maiores categorias, já que não houve associação significativa entre os grupos e as categorias. Dessa forma, pode-se concluir que o consumo de carne e o maior aporte proteico diário não promoveram benefícios adicionais às adaptações neuromusculares de indivíduos adultos e saudáveis, quando eles aderem, ao menos parcialmente, ao ajuste da ingestão proteica e consomem o aporte proteico mínimo recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (2016) para suportar as adaptações ao exercício.



## 7. REFERÊNCIAS

- ARETA, J. L. et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 591, n. 9, p. 2319–2331, 2013.
- BARR, S. I.; RIDEOUT, C. A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. **Nutrition**, [s. l.], v. 20, n. 7–8, p. 696–703, 2004.
- BIOLO, G. et al. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. **The American journal of physiology**, [s. l.], v. 273, p. E122-129, 1997.
- BROSNAN, M. E.; BROSNAN, J. T. The role of dietary creatine. **Amino Acids**, [s. l.], v. 48, n. 8, p. 1785–1791, 2016.
- BURD, N. A. et al. Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 141, n. 4, p. 568–573, 2011.
- CAMPBELL, W. W. et al. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo-vegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. **American Journal of C**, [s. l.], v. 70, n. March, p. 1032–1039, 1999.
- CLARYS, P. et al. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pesco-vegetarian and omnivorous diet. **Nutrients**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1318–1332, 2014.
- CRADDOCK, J.; PROBST, Y.; PEOPLES, G. E. Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, [s. l.], v. 26, p. 212–220, 2016. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/med/26568522%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26568522>>
- CRAIG, W.; MANGELS, A. Position of the American dietetic association: Vegetarian diets. **Journal of the American Dietetic Association**, [s. l.], v. 97, n. 11, p. 1317–1321, 2009.
- 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**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 485–500, 2018. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29282529>>

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and Physiologic Adaptations to Resistance Training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, [s. l.], v. 81, n. 11, p. 6–16, 2002.

DEUTZ, N. E.; WOLFE, R. R. Is there a maximal anabolic response to protein intake with a meal? **Clin Nutr**, [s. l.], v. 72, n. 2, p. 309–313, 2013.

ELORINNE, A. L. et al. Food and nutrient intake and nutritional status of Finnish vegans and non-vegetarians. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 1–14, 2016.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 145–168, 2007.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006.

GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GORISSEN, S. H. M.; RÉMOND, D.; VAN LOON, L. J. C. The muscle protein synthetic response to food ingestion. **Meat Science**, [s. l.], v. 109, p. 96–100, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.009>>

HÄKKINEN, K. et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 53, n. 6, p. 415–424, 1998.

HAUB, M. D.; WELLS, A. M.; CAMPBELL, W. W. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes

in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. **Metabolism: Clinical and Experimental**, [s. l.], v. 54, n. 6, p. 769–774, 2005.

HAUN, C. T. et al. A Critical Evaluation of the Biological Construct Skeletal Muscle Hypertrophy : Size Matters but So Does the Measurement. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 10, n. March, p. 1–23, 2019.

HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Review article PROTEIN – WHICH IS BEST ? **Nutrition**, [s. l.], v. 3, n. 2004, p. 118–130, 2005. Disponível em: <<http://jssm.org/vol3/n3/2/v3n3-2pdf.pdf>>

JÄGER, R. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1–25, 2017.

KNIGHT, C. A.; KAMEN, G. Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 405–412, 2001.

KRAEMER, WILLIAM, J.; RATAMESS, NICHOLAS, A.; FRENCH, DUNCAN, N. Resistance Training for Health and Performance. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

KRAEMER, W. J. Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. **NSCA Journal**, [s. l.], p. 58–59, 1983.

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

KUMAR, V. et al. Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 106, n. 6, p. 2026–2039, 2009. Disponível em: <<http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.91481.2008>>

LEITZMANN, C. Postoperative Nutrition : Past , Present , and Future. **American Journal Of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 100, n. 1, p. 496S-502S, 2014.

LYNCH, H.; JOHNSTON, C.; WHARTON, C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. **Nutrients**, [s. l.], v. 10, n. 12, p. 1841, 2018.

- MACNAUGHTON, L. S. et al. The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. **Physiological Reports**, [s. l.], v. 4, n. 15, p. 1–13, 2016.
- MAMEROW, M. M. et al. Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults. **The Journal of nutrition**, [s. l.], v. 144, n. 6, p. 876–80, 2014.
- MARSH, K. A.; MUNN, E. A.; BAINES, S. K. Protein and vegetarian diets. **The Medical journal of Australia**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 7–10, 2012.
- MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2015.
- MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2016.
- MITCHELL, C. J. et al. What is the relationship between the acute muscle protein synthesis response and changes in muscle mass? **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 118, n. 4, p. 495–497, 2014.
- MOORE, D. R. et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. **The American journal of clinical nutrition**, [s. l.], v. 89, p. 161–168, 2009. a.
- MOORE, D. R. et al. Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 587, n. 4, p. 897–904, 2009. b.
- MOORE, D. R. et al. Daytime pattern of post-exercise protein intake affects whole-body protein turnover in resistance-trained males. **Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 9, p. 1–5, 2012.
- MOORE, D. R. et al. 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**, [s. l.], v. 70, n. 1, p. 57–62, 2015.

MURTON, A. J.; GREENHAFF, P. L. Resistance exercise and the mechanisms of muscle mass regulation in humans: Acute effects on muscle protein turnover and the gaps in our understanding of chronic resistance exercise training adaptation.

**International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 2209–2214, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocel.2013.07.005>>

NANA, A. et al. Methodology review: Using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people Alisa.

**International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [s. l.], v. 25, n. 2, 2014.

PHILLIPS, S. M. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 44, n. SUPPL.1, p. 71–77, 2014.

PHILLIPS, S. M.; WINETT, R. A. Uncomplicated Resistance Training and Health-Related Outcomes. **Current Sports Medicine Reports**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 208–213, 2010.

POORTMANS, J. R. et al. Protein turnover, amino acid requirements and recommendations for athletes and active populations. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 875–890, 2012.

RIZZO, N. S. et al. Nutrient Profiles of Vegetarian and Nonvegetarian Dietary Patterns. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 113, n. 12, p. 1610–1619, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2013.06.349>>

ROGERSON, D. Vegan diets: Practical advice for athletes and exercisers. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1–15, 2017.

STARON, R. S. et al. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 631–640, 2017.

TANG, J. E.; PHILLIPS, S. M. Maximizing muscle protein anabolism: The role of protein quality. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 66–71, 2009.

THOMAS, D. T.; BURKE, L. M.; ERDMAN, K. A. Nutrition and athletic performance. **Journal of the American Medical Association**, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 543–568, 2016.

TIPTON, K. D. et al. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. **The American journal of physiology**, [s. l.], v. 276, n. 4, p. E628-34, 1999. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10198297>>

TIPTON, K. D.; HAMILTON, D. L.; GALLAGHER, I. J. Assessing the Role of Muscle Protein Breakdown in Response to Nutrition and Exercise in Humans. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. s1, p. 53–64, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0845-5>>

TROMMELEN, J.; BETZ, M. W.; VAN LOON, L. J. C. The Muscle Protein Synthetic Response to Meal Ingestion Following Resistance-Type Exercise. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 185–197, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01053-5>>

VAN VLIET, S. et al. Consumption of whole eggs promotes greater stimulation of postexercise muscle protein synthesis than consumption of isonitrogenous amounts of egg whites in young men. **American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 106, n. 6, p. 1401–1412, 2017.

VANVLIET, S. Van; BURD, N. A.; VAN LOON, L. J. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus. **The Journal of Nutrition Critical Review**, [s. l.], v. 145, p. 1981–1991, 2015.

VENDERLEY, A. M.; CAMPBELL, W. W. Nutritional Considerations for Athletes. **SportsMed**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 293–305, 2006.

WELLS, A. M. et al. Comparisons of vegetarian and beef-containing diets on hematological indexes and iron stores during a period of resistive training in older men. **Journal of the American Dietetic Association**, [s. l.], v. 103, n. 5, p. 594–601, 2003.

WESTCOTT WL. WINETT RA. ANNESI JJ. WOJCIK JR. ANDERSON ES. MADDEN PJ. Prescribing physical activity: applying the ACSM protocols for exercise. **Physician & Sportsmedicine**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 51–58, 2009.

WITARD, O. C. et al. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after. **Am J Clin Nutr**, [s. l.], v. 99, p. 86–95, 2014.

## **ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

### **COMPARAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E CAPACIDADE AERÓBIA DE DESPORTISTAS COM PADRÃO ALIMENTAR VEGETARIANO OU ONÍVORO ADEQUADO EM PROTEÍNAS**

Você está sendo convidado a participar como voluntário nesta pesquisa, cujo objetivo é comparar a força muscular entre desportistas vegetarianos e não-vegetarianos com ingestão adequada de proteínas. Estudos têm demonstrado que a realização de exercício físico faz com que o músculo esteja mais sensível a aumentar a massa muscular, efeito que pode durar cerca de 24 horas. O consumo de aproximadamente 20 gramas de proteína nas três principais refeições (café da manhã, almoço e jantar) pode estimular de forma máxima o aumento da massa muscular e, em consequência disso, gera também o aumento da força dos músculos.

Se você aceitar participar da pesquisa, você passará por alguns procedimentos que serão desenvolvidos todos no mesmo dia, com duração de 2 horas, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS, dentro do Laboratório de Pesquisa do Exercício, no setor Neuromuscular. Os procedimentos são:

- 1) Realização de uma avaliação nutricional, onde você será questionado sobre o seu consumo alimentar e, com base nisso, uma nutricionista vai te orientar com relação porções de proteína que devem ser consumidas (quanto e quais) no café da manhã, almoço e jantar, além de medir seu peso e estatura;
- 2) Você receberá um questionário com perguntas para avaliar o seu nível de atividade física, chamado Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)
- 3) Depois disso, você realizará um exame chamado Absorciometria de Raios-X de Dupla Emissão (DEXA), que é como um exame de raio X, que registrará uma imagem do seu corpo inteiro enquanto você fica deitado em uma mesa de avaliação. Esse exame serve para avaliar a composição corporal (massa magra e massa gorda);
- 4) Ainda neste mesmo dia você realizará 2 testes físicos para avaliação da força muscular e da massa muscular. Para os testes para avaliação da força você deverá realizar um exercício extensão de joelhos, com no máximo 10 repetições, em um aparelho específico com utilização de carga. No outro teste você terá que fazer o mesmo exercício de extensão de joelhos com o máximo de força, o mais rápido

possível, sustentando sua força máxima por 5 segundos. Um exame de ultrassom (ecografia) complementar esse segundo teste de força, registrando uma imagem de como é a sua musculatura da coxa, para avaliar sua massa muscular;

5) Ao final, você receberá um kit para coleta de urina ao longo de 24h e as respectivas instruções de procedimento de coleta. Após a análise em laboratório, não haverá armazenamento de amostras e as mesmas serão devidamente descartadas.

6) Assim que você finalizar os procedimentos descritos anteriormente, serão agendadas aulas de musculação, que você deverá realizar duas vezes por semana, durante 12 semanas (3 meses). Essas aulas serão realizadas na academia da ESEFID, localizado na rua Felizardo, nº 750, Jardim Botânico – Porto Alegre RS, de forma gratuita e supervisionadas por um profissional educador físico.

Os procedimentos listados nos itens 1,2,3 e 4 serão realizados em 2 momentos: no começo (1º dia) e ao final (90º dia) do estudo. Entre estes dois momentos o nutricionista agendará com você outros 2 encontros, com intervalo de 1 mês entre eles, para verificar como está sua alimentação, se você tem alguma dificuldade com ela e repetir o procedimento 5.

Tanto as avaliações físicas quanto as aulas de musculação poderão causar a você algum desconforto, tais como: cansaço, dor na musculatura das pernas ou suor, mas que passará em poucos minutos, sendo que você estará sendo assistido o tempo todo por um profissional educador físico. Não são conhecidos outros riscos pela participação nesta pesquisa, porém o participante poderá ter que alterar seus hábitos alimentares a fim de suprir a ingestão proteica recomendada, o que poderá gerar algum desconforto com a mudança alimentar. Como benefício da participação nesta pesquisa você terá, gratuitamente, uma avaliação completa da sua composição corporal, ingestão alimentar e força muscular, sabendo como está em relação aos parâmetros considerados saudáveis, além disso, fará sessões de musculação gratuitas e supervisionadas por um profissional habilitado na academia da ESEFID. Porém, a participação neste estudo é totalmente voluntária, sendo que o seu consentimento do estudo pode ser retirado a qualquer momento e a não participação ou desistência não causará nenhum tipo de prejuízo ou constrangimento a você, da mesma forma que você não terá nenhum custo, nem receberá nenhum pagamento referente aos procedimentos envolvidos.

Os pesquisadores se comprometem em manter a confidencialidade dos dados de identificação pessoal dos participantes e os resultados serão divulgados de



maneira agrupada, sem a identificação dos indivíduos que participaram do estudo. Todas suas dúvidas poderão ser esclarecidas antes e durante o curso da pesquisa, através do contato com a pesquisadora responsável Prof<sup>a</sup> Dra Carolina Guerini de Souza, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Serviço de Nutrição, localizado no térreo do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, fone (51) 33598183 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital de Clínicas, que é avaliador deste trabalho, no fone (51) 3359-7640, de segunda à sexta-feira das 8 às 17 horas.

Eu, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido e informado sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios. Este documento terá duas vias, sendo uma delas entregue a você e outra mantida pelo nosso grupo de pesquisa.

Nome do participante \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Nome do participante \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_

Rubrica participante \_\_\_\_\_ Rubrica Pesquisador \_\_\_\_\_

## ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ), VERSÃO CURTA

Nome: \_\_\_\_\_ ( ) Vegetariano ( ) Onívoro  
 Data: \_\_\_\_\_  
 Sexo: ( ) F ( ) M Idade: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_\_

### IPAQ- Questionário Internacional de Atividade Física (versão curta, adaptado)

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez e lembre-se que:

- ➔ Atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- ➔ Atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

1a Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício? Dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia? Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (por favor não inclua caminhada). Dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia? Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração. Dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia? Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? \_\_\_\_\_ Horas \_\_\_\_\_ Minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? \_\_\_\_\_ Horas \_\_\_\_\_ Minutos

## ANEXO 3 - ORIENTAÇÕES SOBRE O CONSUMO DE PROTEÍNAS PARA VEGETARIANOS

Durante o tempo em que estiveres participando deste estudo é muito importante que sigas as recomendações sobre o consumo de proteínas que, assim como as sessões de treino que você estará realizando, tem um papel muito importante no aumento da massa muscular. Você deve ingerir todos os dias pelo menos 20 gramas de proteína nas refeições: café da manhã, almoço e jantar. Para que você atinja esta recomendação, elaboramos uma lista com opções de refeições já calculadas que vão fornecer a quantidade de proteína necessária. Dessa forma, esteja sempre atento as combinações (tipos) e porções (quantidade) de alimento recomendadas em cada opção.

Proteínas completas podem ser obtidas por meio da combinação cereais (milho, trigo, aveia e arroz, preferencialmente integrais) com leguminosas (grão de bico, feijão, lentilha, ervilha e soja) e/ou a partir de ovos, leite e derivados. É importante ressaltar que batata (doce, rosa, inglesa) e aipim são fontes de carboidratos, mas não são cereais. Nesses casos, é essencial complementar a refeição com ovos e/ou laticínios, como você pode perceber na opção 7 de almoço e jantar.

Para o preparo das refeições, utilize temperos naturais como orégano, manjericão, pimentas e etc. Consuma legumes, verduras, saladas e demais hortaliças à vontade e evite embutidos (salsicha, peito de peru, presunto, mortadela, linguiça...).

### OPÇÕES DE CAFÉ DA MANHÃ

**Opção 1:** Iogurte com linhaça e pão com requeijão

- Iogurte natural desnatado (1 pote) + linhaça (2 colheres de sopa)
- Pão integral (1 fatia) + requeijão (1 colher de sopa)

**Opção 2:** Sanduíche de pão integral com requeijão, queijo e ovo

- Pão integral (2 fatias) + requeijão (1 colher de sopa) + queijo muçarela (2 fatias) + ovo cozido (1 unidade)

**Opção 3:** Leite e sanduíche de pão francês (cacetinho) com requeijão e queijo

- Leite (1 copo – 200mL)
- Pão francês (1 unidade) + requeijão (1 colher de sopa) + queijo muçarela (1 fatia)

**Opção 4:** Mingau de aveia (sugestão: adicione canela ou cacau em pó, pode ser consumido com frutas)

- Leite (1 e ½ copos) + aveia (5 colheres de sopa)

**Opção 5:** Leite + panqueca de aveia recheada com queijo

- Leite (1 copo)
- Aveia (2 colheres de sopa) + ovo (1 unidade) + queijo (2 fatias)

Modo de preparo: misture a aveia com o ovo, despeje em uma frigideira pequena, untada com um fio de óleo, e leve para o fogo baixo cuidando para não queimar. Vire

a massa da panqueca quando estiver cozida, adicione o queijo e aguarde derreter para desligar o fogo.

**Opção 6:** logurte + bolo de banana de micro-ondas

- logurte natural (1 pote)

- Banana (1 unidade) + aveia ou farinha de trigo integral (4 colheres de sopa) + ovo (1 unidade) + mel (1 colher de sobremesa) + fermento químico (1 colher de cafezinho).

Opcional: canela em pó à gosto.

Modo de preparo: em uma caneca (300mL) amasse a banana e em seguida adicione o ovo, a aveia, o mel e a canela em pó, misture bem. Acrescente o fermento com cuidado, sem bater e leve ao micro-ondas por 3 minutos.

## OPÇÕES DE ALMOÇO E JANTAR

**Opção 1:** Arroz branco (2 colheres de servir) + soja cozida (6 colheres de sopa) + ovo cozido (2 unidades)

**Opção 2:** Arroz integral (2 colheres de servir) + feijão (2 conchas – com grão) + ovos mexidos (2 unidades)

**Opção 3:** Arroz integral (2 colheres de servir) + lentilha (2 conchas – com grão) + ovo (1 unidade)

**Opção 4:** Macarrão (2 pegadores) com omelete de ervilha e queijo (2 ovos + 3 colheres de sopa + 1 fatia de queijo)

**Opção 5:** Macarrão integral (2 pegadores) com grão de bico (4 colheres de sopa) refogado com ricota (2 fatias médias)

**Opção 6:** Macarrão integral (2 pegadores) com proteína de soja texturizada (4 colheres de sopa) e requeijão (2 colheres de sopa)

**Opção 7:** Batata (1 unidade média) **OU** aipim (2 pedaços médios) + omelete de queijo (2 ovos + 2 fatias de queijo)

## ANEXO 4 - ORIENTAÇÕES SOBRE O CONSUMO DE PROTEÍNAS PARA NÃO VEGETARIANOS

Durante o tempo em que estiveres participando deste estudo é muito importante que sigas as recomendações sobre o consumo de proteínas que, assim como as sessões de treino que você estará realizando, tem um papel muito importante no aumento da massa muscular. Você deve ingerir todos os dias no mínimo 20 gramas de proteína nas refeições: café da manhã, almoço e jantar. Para que você atinja esta recomendação, elaboramos uma tabela com opções de refeições já calculadas que vão fornecer a quantidade de proteína necessária. Dessa forma, esteja sempre atento as combinações (tipos) e porções (quantidade) de alimento.

Para o preparo das refeições, utilize temperos naturais como orégano, manjericão, pimentas e etc. Consuma legumes, verduras, saladas e demais hortaliças à vontade e evite embutidos (salsicha, peito de peru, presunto, mortadela, linguiça...).

### OPÇÕES DE CAFÉ DA MANHÃ

**Opção 1:** Iogurte com linhaça e pão com requeijão

- Iogurte natural desnatado (1 pote) + linhaça (2 colheres de sopa)
- Pão integral (1 fatia) + requeijão (1 colher de sopa)

**Opção 2:** Sanduíche de pão integral com queijo requeijão

- Pão integral (2 fatias) + queijo muçarela (2 fatias) + requeijão (1 colher de sopa)

**Opção 3:** Leite e sanduíche de pão francês (cacetinho) com requeijão e queijo

- Leite (1 copo – 200mL)
- Pão francês (1 unidade) + requeijão (1 colher de sopa) + queijo muçarela (1 fatia)

**Opção 4:** Mingau de aveia (sugestão: adicione canela ou cacau em pó, pode ser consumido com frutas)

- Leite (1 e ½ copos) + aveia (5 colheres de sopa)

**Opção 5:** Leite + panqueca de aveia recheada com queijo

- Leite (1 copo)
- Aveia (2 colheres de sopa) + ovo (1 unidade) + queijo (2 fatias)

Modo de preparo: misture a aveia com o ovo, despeje em uma frigideira pequena, untada com um fio de óleo, e leve para o fogo baixo cuidando para não queimar. Vire a massa da panqueca quando estiver cozida, adicione o queijo e aguarde derreter para desligar o fogo.

**Opção 6:** Iogurte + bolo de banana de micro-ondas

- Iogurte natural (1 pote)
- Banana (1 unidade) + aveia ou farinha de trigo integral (4 colheres de sopa) + ovo (1 unidade) + mel (1 colher de sobremesa) + fermento químico (1 colher de cafezinho).  
Opcional: canela em pó à gosto.

Modo de preparo: em uma caneca (300mL) amasse a banana e em seguida adicione o ovo, a aveia, o mel e a canela em pó, misture bem. Acrescente o fermento com cuidado, sem bater e leve ao micro-ondas por 3 minutos.

## OPÇÕES DE ALMOÇO E JANTAR

A principal fonte de proteína nessas refeições deve ser pelo menos uma porção média de carnes\* de gado, peixe, frango, porco, entre outras. Além disso, você deve consumir pelo menos duas porções de carboidratos\* e uma porção de leguminosas\*. Caso não haja leguminosa, solicitamos que você inclua uma porção de fruta\* na sua refeição (pode ser consumida como sobremesa).

\*1 porção média de CARNE = 1 bife médio de gado / 1 pedaço grande de carne de panela/ 4 colheres de sopa de carne moída/ 1 bife médio de peito de frango/ 1 sobrecoxa média/ 2 coxas médias/ 1 filé grande de peixe/ 4 colheres de sopa de atum ou sardinha, conservados em água, escorridos/ 1 unidade média de bisteca de porco;

\*1 porção de CARBOIDRATO = 1 pegador raso de macarrão integral / 1 pegador raso de macarrão / 1 unidade pequena de batata doce /1 pedaço pequeno de aipim / 1 unidade pequena de batata inglesa/ 1 colher de servir de arroz integral = 3 colheres de sopa de arroz integral/ 1 colher de servir de arroz branco = 2 colheres de sopa de arroz branco;

\* 1 porção de LEGUMINOSA= 1 concha média de feijão/ 1 concha pequena de lentilha / 5 colheres de sopa de ervilha/ 2 colheres de sopa cheias de grão de bico;

\* 1 porção de FRUTA = 1 maçã média/ 1 banana /1 laranja grande/ 2 pêssegos/ 1 fatia grande de melão/1 fatia pequena de melancia/ ½ manga média/ 1 pera média/ 20 morangos/ 2 bergamotas pequenas/ 3 ameixas vermelhas médias/ 4 ameixas secas/ 5 damascos/ 3 colheres de sopa de abacate/1 cacho de uvas médio/ 8 uvas “dedo de dama”/2 fatias finas de abacaxi/ 1 caqui grande/ 2 goiabas médias/ 2 figos frescos /2 kiwis médios/ 2 fatias finas de mamão;

**Opção 1:** Arroz branco (2 colheres de servir) + lentilha (1 concha – com grão) + 2 coxas de frango

**Opção 2:** Macarrão (2 pegadores) + carne moída (4 colheres de sopa) + 1 banana

**Opção 3:** Batata (1 unidade média) **OU** aipim (2 pedaços médios) + 5 colheres de sopa de ervilha + 1 bife médio de gado

**Opção 4:** Sanduiche (2 fatias de pão) com requeijão (1 colher de sopa) e atum (4 colheres de sopa) + 1 maçã