

MARÍLIA DE LIMA MENDES RAMOS

**SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA COM AMÊNDOA DE BACURI
(*ATTALEA PHALERATA* MART. EX SPRENG) E *WHEY PROTEIN*
EM RATOS WISTAR SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE
FORÇA.**

CAMPO GRANDE – MS

2017

MARÍLIA DE LIMA MENDES RAMOS

**SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA COM AMÊNDOA DE BACURI
(*ATTALEA PHALERATA* MART. EX SPRENG) E *WHEY PROTEIN*
EM RATOS WISTAR SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE
FORÇA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dra. Priscila Aiko Hiane

Coorientadora: Prof^a. Dra. Fabiane La Flor Ziegler Sanches

CAMPO GRANDE – MS

2017

Marília de Lima Mendes Ramos

**SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA COM AMÊNDOA DE BACURI (*ATTALEA
PHALERATA* MART. EX SPRENG) E *WHEY PROTEIN* EM RATOS WISTAR
SUBMETIDOS AO TREINAMENTO DE FORÇA.**

.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Elisvânia Freitas dos Santos (UFMS) – Presidente

Dra. Fabiane La Flor Ziegler Sanches (UFMS)

Dr. Jeaser Alves de Almeida (UFMS)

Dra. Raquel Pires Campos (UFMS)

Campo Grande - MS, 24 de março de 2017.

AGRADECIMENTOS

À Deus. Àquele que guia e ilumina minha vida.

À minha família (pai, mãe, irmãs e Igor), pela paciência, incentivo, apoio, carinho, amor, persistência, assessoria e execução desse trabalho.

À Prof^a Dr^a Priscila Aiko Hiane, pelo privilégio e oportunidade concedida, orientação, confiança e incentivo dedicados à realização desse trabalho.

À Prof^a Dr^a Fabiane La Flor Sanches Ziegler, confiança na minha capacidade, orientação, apoio e assessoria à execução desse trabalho.

À aluna de Iniciação Científica Gabrielly Gomes, do curso de Nutrição, pelo auxílio e participação na realização desse trabalho.

À Prof^a Dr^a Maria Ligia Rodrigues Macedo, pela permissão para uso do Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB).

Ao Prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida, pela assessoria, orientação e execução das análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Wander Filiú, pela realização das análises bioquímicas do estudo.

À Prof^a Dr^a Luciane Candeloro, pelo auxílio na eutanásia dos animais e as análises histológicas.

Ao André Gonçalves Pereira proprietário da loja Cravo e Canela Suplementos pela doação do suplemento.

Aos professores e funcionários da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública (UTASP/UFMS), pela acolhida, amizade e apoio a mim dedicados.

Aos técnicos do UTASP/UFMS, Osmar Ferreira, Camila Jordão, Ulana Sarmento, Marcio Figueiredo, Caio Oliveira, Willian Gonçalves e Taíz Siqueira, pela contribuição técnica e amizade.

Aos professores e funcionários do Biotério Central da UFMS, pela atenção e assistência permanente.

Ao Prof. Dr. Ricardo Dutra Aydos e Prof^a. Dra. Iandara Schettert Silva, pela dedicação à coordenação na UFMS do Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste / UFMS.

À PROPP/UFMS (Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo apoio financeiro.

E a todos que não mencionei entre eles alunos de pós-graduação, graduação de Nutrição e Tecnologia de Alimentos, que estiveram presentes de alguma forma nessa jornada.

RESUMO

A proteína da amêndoa do bacuri (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng) e as proteínas do soro do leite (*whey protein*) possuem quantidades relevantes de aminoácidos essenciais e boa digestibilidade, características que têm sido buscadas por atletas e desportistas para auxílio na melhora da composição corporal, particularmente quando associadas ao treinamento físico. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da suplementação proteica com amêndoa de bacuri e *whey protein* em ratos Wistar submetidos ao treinamento de força. O experimento seguiu o protocolo experimental submetido e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMS (protocolo nº678/2015). Foram utilizados quarenta ratos machos recém-desmamados submetidos a um protocolo de exercícios de força em escada (três vezes por semana), recebendo dietas preparadas de acordo com a AIN-93 com modificação para um teor de 15% de proteína utilizando a farinha da amêndoa de bacuri e o *whey protein*. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em 6 grupos: G1(bacuri sedentário), G2(bacuri exercitado), G3(*whey protein* sedentário), G4(*whey protein* exercitado), G5(controle sedentário), e G6(controle exercitado). Foram avaliados quanto ao consumo de dieta, eficiência alimentar, ingestão energética, peso corporal, comprimento, circunferências torácica e abdominal, Índice de Lee e o Índice de Massa Corporal, sítios de gorduras, gordura total e Índice de Adiposidade, análises bioquímicas, quantificação de proteínas no músculo, perfil eletroforético e o desempenho físico dos animais. A análise estatística foi realizada por ANOVA e Post Hoc de Tukey e/ou Bonferroni, considerando 5% de significância. O peso final do G3 ($372,67 \pm 8,90$) foi superior ao G2 ($326,83 \pm 15,03$) e G6 ($316,75 \pm 5,90$) ($p < 0,05$); os grupos que receberam dieta de bacuri consumiram quantidade superior de dieta em relação aos grupos que receberam *whey protein* ($p = 0,0001$), porém, tiveram menor peso final; esses grupos (G1 e G2) não diferiram no Índice de Lee, IMC, sítios de gordura e índice de adiposidade em relação aos grupos tratados com *whey protein* ($p > 0,05$), apresentando valores inferiores na circunferência torácica ($p = 0,0001$) e abdominal ($p = 0,002$). Em relação às gorduras e índice de adiposidade, não houve diferença entre os grupos sedentários e exercitados ($p > 0,05$). O efeito da suplementação proteica não mostrou diferença nos valores bioquímicos de Não-HDL ($p > 0,05$), porém reduziram os parâmetros HDL ($p = 0,0065$), colesterol total ($p = 0,0059$), triglicerídeos e VLDL ($p < 0,0001$) e elevaram as concentrações de glicose ($p < 0,0001$) e LDL ($p = 0,011$). A quantidade de proteínas no músculo gastrocnêmio não diferiu ($p = 0,160$) entre os grupos. No entanto, o perfil eletroforético revelou a presença de bandas com diferentes concentrações entre os grupos indicando composição diferenciada entre os animais sedentários e exercitados. O grupo suplementado com dieta bacuri apresentou desempenho físico semelhante aos alimentados com *whey protein* ($p > 0,05$). Conclui-se que a farinha da amêndoa de bacuri pode ser utilizada como fonte proteica vegetal alternativa para o uso em suplementos nutricionais, pois se mostrou similar ao *whey protein* na maioria dos parâmetros avaliados, possui menor custo e trata-se de um fruto abundante no Estado de Mato Grosso do Sul. Esses resultados são pioneiros na associação do consumo de amêndoas de frutos regionais com o treinamento de força, evidenciando a necessidade de mais estudos na área de nutrição esportiva.

Palavras-chave: Proteína, frutos do cerrado, composição corporal, treinamento resistido.

SUMMARY

The almond protein of *bacuri* (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.) and whey protein have significant amounts of essential amino acids and good digestibility, characteristics that have been pursued by athletes and sportsmen to aid in improving body composition, particularly when associated with physical training. The objective of this study was to evaluate the effect of diets containing vegetable and animal protein source on body composition of Wistar rats submitted to training resistance. The experiment followed the experimental protocol submitted and approved by the Committee of Ethics in Use of Animals (CEUA) (Protocol nº 678/2015). Forty male newly weaned rats were submitted to a ladder strength exercise protocol (three times per week), getting diets prepared according to AIN-93 with modification to a 15% protein content using the almond flour Of *bacuri* and whey protein. The animals were randomly into 6 groups: G1 (sedentary *bacuri*), G2 (exercised *bacuri*), G3 (sedentary whey protein), G4 (whey protein exercised), G5 (sedentary control) and G6 (exercised control). Were evaluated the dietary intake, food efficiency, energy intake, body weight, length, chest and abdominal circumference to calculate the Lee index and body mass index and fat sites were removed after euthanasia, biochemical analyzes, quantification of muscle proteins, profile electrophoretic and the physical performance of the animals. Statistical analysis was performed by ANOVA and Post Hoc of Tukey and / or Bonferroni, considering 5% of significance. The final weight of G3 (372.67 ± 8.90) was higher than G2 (326.83 ± 15.03) and G6 (316.75 ± 5.90) ($p < 0.05$); the groups that received a *bacuri* diet consumed a higher amount of diet in relation to the groups that received whey protein ($p = 0.0001$), but they had lower final weight; these groups (G1 and G2) did not differ in the Lee index, BMI, fat sites and adiposity index in relation to the whey protein treated groups ($p > 0.05$), presenting lower values in the thoracic circumference ($p = 0, 0001$) and abdominal ($p = 0.002$). In relation to fat and adiposity index, there was no difference between the sedentary and exercised groups ($p > 0.05$). The effect of protein supplementation did not show differences in the non-HDL biochemical values ($p > 0.05$), but they reduced HDL ($p = 0.0065$), total cholesterol ($p = 0.0059$), triglycerides ($p < 0.0001$) and VLDL ($p < 0.0001$) and elevated glucose ($p < 0.0001$) and LDL ($p = 0.011$) concentrations. The amount of protein in the gastrocnemius muscle did not differ ($p = 0.160$) between the groups. However, the profile electrophoretic revealed the presence of bands with different concentrations between the groups indicating differentiated composition between the sedentary and exercised animals. The group supplemented with *bacuri* diet showed a similar physical performance to those fed with whey protein ($p > 0.05$). It is concluded that *bacuri* almond flour can be used as an alternative vegetable protein source for use in nutritional supplements, since it has been shown to be similar to whey protein in most of the evaluated parameters, it has a lower cost and it is an abundant fruit in the State of Mato Grosso do Sul. These results are pioneers in the association of the consumption of regional fruit almonds with strength training, evidencing the need for more studies in the area of sports nutrition.

Keywords: Protein, fruits of the cerrado, body composition, training resistance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores dos aminoácidos totais (g.100g ⁻¹ de proteína) da amêndoa de bacuri, do <i>whey protein concentrate</i> (WPC) e do <i>whey protein isolate</i> (WPI) em comparação com o padrão estabelecido para adultos pela FAO/OMS.....	31
Tabela 2. Composição das dietas experimentais, quantidades de ingredientes em g.1000g ⁻¹	45
Tabela 3. Composição química da farinha da amêndoa de bacuri (<i>Attalea phalerata</i> Mart. Ex Spreng.) integral, expressa em base úmida, seca e desengordurada (g.100g ⁻¹).....	55
Tabela 4. Composição química do <i>whey protein</i> concentrado, expressa em base úmida e seca (g.100g ⁻¹).....	56
Tabela 5. Composição química das dietas experimentais em g.100g ⁻¹ de amostra integral.....	57
Tabela 6. Consumo médio da dieta por animal ao longo do período de intervenção nutricional e ao treinamento de força.....	58
Tabela 7. Eficiência Alimentar (%) dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	60
Tabela 8. Avaliação do peso corporal inicial, final e ganho de peso dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	62
Tabela 9. Avaliação da composição corporal inicial e final dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	65
Tabela 10. Peso dos sítios de gordura corporal dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metabolismo da proteína dietética.....	21
Figura 2. Etapas da síntese e degradação de proteínas.....	23
Figura 3. A - Palmeira bacuri (<i>Attalea phalerata</i> Mart. Ex Spreng.), B - Frutos verdes de bacuri em cacho, C - Frutos maduros, D - Corte transversal do fruto.....	30
Figura 4. Efeitos gerais de intervenções nutricionais e do treinamento de força sobre a síntese e degradação de proteína no músculo esquelético.....	38
Figura 5. Fluxograma do preparo da farinha desengordurada da amêndoa de bacuri.....	42
Figura 6. Processamento do fruto para obtenção da farinha de amêndoa de bacuri desengordurada	43
Figura 7. Delineamento dos grupos experimentais.....	44
Figura 8. Dietas experimentais: A - Dieta Bacuri, B - Dieta <i>Whey protein</i>	46
Figura 9. Modelo de escada utilizado para o treinamento de força.....	46
Figura 10. Eletroforese em gel de poliacrilamida das proteínas.....	53
Figura 11. Ingestão Energética (kcal) representada por médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) dos grupos experimentais submetidos à dieta com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	59
Figura 12. Comparação da glicose plasmática (mg/dL), representada por média $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média), dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou <i>whey protein</i> e ao treinamento de força.....	69

Figura 13. Comparação do colesterol (a), HDL (b), LDL (c) e Não-HDL (d) representados pelas médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) (mg/dL), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. 72

Figura 14. Comparação dos triglicerídeos (TG) (a), VLDL (b) representados pelas médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) (mg/dL), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força..... 74

Figura 15. Quantificação de proteínas no músculo gastrocnêmio representada por média $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) dos grupos experimentais submetidos à dieta com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força..... 76

Figura 16. Perfil eletroforético (gel PAGE-SDS 12,5%) das proteínas presentes nos extratos dos músculos gastrocnêmios dos animais sedentários (a) e exercitados (b) submetidos à dieta com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força..... 78

Figura 17. Nível de desempenho no teste de capacidade de carregamento máximo dos grupos de animais exercitados durante oito semanas de treinamento de força..... 81

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo da Ingestão de Energia (IE) (kcal/dia).....	49
Equação 2 – Cálculo da Eficiência Alimentar (EA) (%)	49
Equação 3 – Índice de Lee (IL).....	49
Equação 4 – Índice de Massa Corporal (g/cm ²).....	49
Equação 5 – Índice de Adiposidade (%).....	50

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Revisão bibliográfica.....	17
2.1 Proteínas.....	17
2.1.1 Qualidade das proteínas da dieta.....	18
2.1.2 Metabolismo proteico.....	21
2.2 Suplementação proteica.....	24
2.2.1 Suplementação proteica de origem animal: <i>whey protein</i>	25
2.2.2 Suplementação proteica de origem vegetal: bacuri.....	29
2.3 Treinamento de força.....	32
2.4 Nutrição e treinamento para desempenho físico.....	36
3. Objetivos.....	40
3.1 Objetivo geral.....	40
3.2 Objetivos específicos.....	40
4. Materiais e Métodos.....	41
4.1 Matéria prima.....	41
4.2 Preparo da farinha de amêndoa de bacuri.....	41
4.3 Protocolo experimental.....	43
4.4 Métodos.....	48
4.4.1 Composição química das fontes proteicas e dietas experimentais....	48
4.4.2 Ingestão Energética e Eficiência Alimentar.....	49
4.4.3 Composição corporal.....	49
4.4.4 Análises bioquímicas.....	50
4.4.5 Avaliação da proteína muscular.....	51
4.4.6 Avaliação do desempenho físico.....	53
4.5 Análise estatística.....	53
5. Resultados e Discussão.....	55
5.1 Composição química das fontes proteicas e dietas experimentais.....	55
5.2 Consumo das dietas, ingestão energética e eficiência alimentar.....	58
5.3 Composição corporal.....	61
5.4 Análises bioquímicas.....	69
5.5 Avaliação da proteína muscular.....	75
5.6 Avaliação do desempenho físico.....	80
6. Conclusão.....	83

7. Referência Bibliográfica.....	85
Anexo 1. Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA da UFMS	100
Anexo 2. Aceite de publicação do artigo pela Revista Brasileira de Medicina do Esporte RBME	101

1. INTRODUÇÃO

Atualmente sabe-se que a prática de atividade física associada a uma dieta balanceada, quando bem orientada, é mais eficaz para que ocorra uma modificação corporal benéfica, sendo essencial na formação, reparação e reconstituição de tecidos corporais, mantendo a integridade funcional, estrutural do organismo, promovendo a manutenção da saúde do atleta e/ou desportista, além de favorecer o funcionamento das vias metabólicas (PIAIA, ROCHA e VALE, 2007; NICASTRO et al., 2008; MOREIRA e RODRIGUES, 2014).

Estudos vêm demonstrando que modificações dietéticas podem beneficiar atletas e praticantes de atividades físicas por influenciar no seu desempenho (HERNANDEZ e NAHAS, 2009).

Nesse sentido, a indústria de suplementos ergogênicos vem estudando diferentes fontes de proteína e o seu impacto na *performance* desportiva. Entre esses suplementos proteicos destacam-se os baseados em proteína do soro de leite bovino que são mais conhecidos como *whey protein* e podem ser encontrados à venda em lojas especializadas, farmácias e até em algumas academias (LOLLO e TAVARES, 2004). Vargas, Fernandes e Lupion (2015) visando observar a prevalência do consumo de suplementos em diversas modalidades de atividade física de três academias da cidade de Santa Maria/RS, observaram que os suplementos mais consumidos são os proteicos, como por exemplo, o *whey protein* em função do conhecimento global de que a proteína é o nutriente capaz de aumentar a massa muscular.

Segundo Sgarbieri (2004), as proteínas do soro do leite bovino são de fácil digestão e absorção, além de possuir um perfil de aminoácidos expressivo, características essas que favorecem a síntese proteica após o exercício. Para Fischborn (2009), o perfil dos aminoácidos presentes no *whey protein* é muito semelhante ao encontrado no músculo esquelético, sendo assim, auxiliaria na hipertrofia muscular.

A proteína vegetal, embora inicialmente usada apenas por vegetarianos, tem conquistado o interesse de maior número de consumidores, uma vez que uma dieta bem estruturada pode satisfazer as necessidades em todos os

aminoácidos essenciais e reduzir a ingestão de gorduras (HOFFMAN e FALVO, 2004).

A busca de fontes alternativas de nutrientes, principalmente proteínas, se faz necessária à medida que há um constante aumento da demanda consumidora de suplementos proteicos. Nesse sentido, a utilização de bacuri (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.) é favorável por apresentar na farinha de sua amêndoa considerável teor de proteína ($35,95\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ em base seca), além de lipídios e fibras. Também é um fruto cuja amêndoa é considerada rica em manganês ($3,2\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), zinco ($2,1\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), cobre ($0,98\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), fósforo ($390\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), magnésio ($190\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e fonte de ferro ($2,2\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), de acordo com Damasceno Júnior e Souza (2010) e Lima e Silva et al. (2014).

O bacuri ou acuri é amplamente distribuído nos Estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, sua polpa tem coloração variando entre amarelo a laranja devido à presença de carotenoides (β -caroteno, ζ -caroteno e β -zeacaroteno) e tem sido estudada visando o aproveitamento nutricional e o rendimento, justificando sua utilização em escala industrial (HIANE et al., 2003).

Conforme evidenciado em pesquisa recente por Lima e Silva et al. (2014), a amêndoa de bacuri apresenta bom perfil aminoacídico, comparado ao de *whey protein concentrate* (WPC), ao de *whey protein isolate* (WPI) e ao do padrão proposto para adultos da FAO/OMS (ZIEGLER, 2010; ZIEGLER et al., 2012). Essa pesquisa avaliou também o valor nutricional da proteína da amêndoa do bacuri e sua digestibilidade *in vitro*, verificando que a mesma pode ser utilizada como fonte alternativa de proteína, pois não apresenta fatores antinutricionais e aminoácidos limitantes.

O incentivo ao desenvolvimento sustentável de matérias primas regionais leva a busca de dados científicos e subsídios para o real conhecimento de fontes alimentares com viabilidade econômica para o Estado.

Desta forma, a utilização de bacuri como matéria prima na produção de suplementos proteicos, bem como, no desenvolvimento de novos produtos, viabiliza o aproveitamento deste fruto nativo que é encontrado em grande escala no Estado de Mato Grosso do Sul, ampliando sua aplicabilidade para o público consumidor da área esportiva e buscando gerar Inovação e Tecnologia.

Acredita-se que esta pesquisa poderá fornecer avanços relevantes de forma a contribuir para discussão da questão da suplementação nutricional de proteínas para atletas e/ou desportistas, buscando fontes vegetais alternativas, como o caso do bacuri, fruto nativo encontrado em Mato Grosso do Sul, ampliando a divulgação de frutos do Cerrado Brasileiro e estimulando o desenvolvimento de novos produtos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Proteínas

São consideradas as macromoléculas mais importantes e abundantes do corpo humano, apresentando diferentes estruturas, tais como colágeno, queratina, albumina, actina, miosina, entre outras, as quais determinam ações biológicas e fisiológicas fundamentais para o bom funcionamento do organismo. Um adulto de estatura média contém entre 10 a 12 kg de proteína, localizada principalmente nos músculos esqueléticos (COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

As proteínas além de servirem como substrato para o crescimento e desenvolvimento do organismo, pode levar a um fornecimento de energia (MARQUES e LIBERALI, 2012).

Suas funções desempenham papéis estruturais e dinâmicos como, regularização do metabolismo, transporte de nutrientes, atuação como catalisadores naturais, defesa imunológica, atuação como receptores de membrana, na contração muscular, entre outras (MORAIS, MEDEIROS e LIBERALI, 2008). As proteínas induzem sinais complexos, incluindo ação de neuropeptídeos secretados no intestino e hormônios metabólicos, tais como a insulina, os quais são integrados e participam no controle do equilíbrio nutricional (JOURNEL et al., 2012).

As proteínas são polímeros de aminoácidos complexos, isto é, formados por uma ou mais sequências de aminoácidos, que são monômeros diferentes, caracterizados pela presença de nitrogênio em sua estrutura química. As ligações peptídicas unem covalentemente os aminoácidos formando desde cadeias pequenas chamadas de polipeptídeos (de até 100 aminoácidos) até uma combinação de mais de 100 aminoácidos, denominando-se de fato proteína (McARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

O corpo humano é incapaz de sintetizar alguns aminoácidos, sendo necessária a ingestão através da alimentação, e por esse motivo são classificados como indispensáveis ou essenciais os seguintes aminoácidos: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Por outro lado, os aminoácidos dispensáveis ou não-essenciais, podem ser sintetizados pelo organismo são: alanina, ácido aspártico,

asparagina, ácido glutâmico e serina; e condicionalmente essenciais: arginina, cisteína, glutamina, glicina, prolina e tirosina. Todos os aminoácidos são necessários para a síntese proteica e devem estar presentes simultaneamente para manutenção, desenvolvimento e funcionamento adequado dos processos fisiológicos e biológicos do organismo (MARANGON e MELO, 2008).

Destaca-se que os aminoácidos diretamente relacionados à síntese muscular são os de cadeia ramificada, leucina, isoleucina e valina, conhecidos pela sigla em inglês como BCAAs (*Branched Chain Amino Acid*), componentes elementares para construção do tecido muscular, que se mostram presentes na corrente sanguínea quando há uma sinalização para o aumento da síntese muscular em animais e humanos (TERADA et al., 2009). Dentre esses três aminoácidos, a leucina possui um papel fundamental na regulação dos processos anabólicos, com ênfase na síntese proteica muscular (JUNIOR, 2012).

2.1.1 Qualidade das Proteínas da dieta

As proteínas presentes nos alimentos podem variar de acordo com a sua fonte em vegetal ou animal. A qualidade nutricional de uma proteína depende da sua composição, digestibilidade, absorção, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais e de nitrogênio total (OLIVEIRA, BRAVO e TONIAL, 2012), destacando-se a digestibilidade como primeiro fator que reflete a eficiência da utilização proteica na dieta, sendo considerada um condicionante de qualidade (SGARBIERI, 2005).

A digestibilidade é a medida da porcentagem de proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou qualquer outro composto nitrogenado (ALVES, ROCHA e GOMES, 2008).

A ingestão de proteínas dietéticas deve consistir em proteína de alta qualidade, a qual pode ser medida através do parâmetro PDCAAS (*Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score*), ou seja, um escore de aminoácido corrigido pela digestibilidade das proteínas, no qual uma pontuação próxima ou igual a 1 (um) indica proteína de alta qualidade nutricional, como por exemplo, fontes de proteína de origem animal como o leite (caseína e soro de leite), ovo

e produtos cárneos. Por outro lado, a proteína de origem vegetal isolada de soja, quando removidos todos os componentes antinutricionais, também possui um escore de PDCAAS de um (POTGIETER, 2013).

As proteínas diferem com base na fonte de obtenção, no perfil de aminoácidos e nos métodos de processamento ou isolamento proteico. Essas diferenças influenciam na disponibilidade de ácidos e peptídeos que possuem atividade biológica (α -lactalbumina, β -lactoglobulina, glicomacropeptídeos, imunoglobulinas, lactoperoxidases, lactoferrina, entre outros), na taxa de digestão e/ou absorção e na atividade metabólica da proteína (KREIDER et al., 2010).

Adicionalmente, existem outros parâmetros considerados para classificar uma proteína como de alto ou baixo valor biológico, sendo a combinação de aminoácidos essenciais mais próximos dos aminoácidos presentes no organismo humano, digestibilidade e biodisponibilidade dos mesmos (LIMA e SILVA et al., 2014). A avaliação das proteínas também é realizada pela sua capacidade de manter o conteúdo de nitrogênio corporal através da comparação entre a quantidade de nitrogênio ingerido e a quantidade de nitrogênio eliminado (urina, fezes e suor), conhecido como balanço nitrogenado (MARQUES e LIBERALI, 2012).

Diante do exposto, o valor biológico de um alimento relaciona-se a sua natureza completa para suprir os aminoácidos essenciais. Assim, as melhores fontes dietéticas de proteína de alto valor biológico estão presentes geralmente nas fontes animais, como frango, peixe, clara de ovo, leite desnatado (caseína e soro do leite) e também as encontradas nos suplementos nutricionais oriundas de colostro, caseína, proteínas do leite e do ovo (KREIDER et al., 2010), enquanto a maioria das fontes vegetais como lentilhas, feijões e ervilhas secas, nozes e cereais são consideradas incompletas em um ou mais aminoácidos essenciais, sendo consideradas de baixo valor biológico (McARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

As proteínas de origem vegetal eram usadas inicialmente por vegetarianos. Entretanto, nos últimos anos através de vários estudos essa utilização tem sido revista, sabendo-se que uma boa combinação proteica de origem vegetal possui benefícios semelhantes à proteína de origem animal (HOFFMAN e FALVO, 2004). Neste sentido, o aumento do consumo de alimentos de origem vegetal pode influenciar positivamente na saúde e, a

busca por esse tipo de alimentação que ofereça benefícios, tem sido alvo de muitos estudos científicos na atualidade (MACHADO et al., 2014).

Campello et al. (2009), ao avaliar o efeito da substituição da proteína da clara de ovo por proteína de soja crua sobre o desempenho e parâmetros séricos de ratos, encontraram que a substituição de até 30% foi inócua nesses animais em crescimento. O ganho de peso e a eficiência alimentar no tratamento com 25% de substituição foram equivalentes aos obtidos com clara de ovo como única fonte de proteína.

Segundo Song et al. (2016), embora a proteína da carne seja reconhecida como uma fonte dietética importante para suprir as necessidades nutricionais humanas, o entendimento sobre os efeitos de diferentes fontes proteicas na modulação da saúde metabólica ainda é limitado. Esses pesquisadores avaliaram proteínas de soja e de carne, sugerindo que as mesmas induzem as alterações fisiológicas e de expressão gênicas distintas em ratos, fornecendo novas evidências e sugestões para os efeitos de diferentes fontes proteicas em dietas humanas.

Segundo a *Dietary Reference Intakes* DRI – (Ingestões Dietéticas de Referência – IDR) a recomendação de proteína para indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 19 anos (adultos) é de 0,8 g de proteína/kg de peso/dia (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005). Para indivíduos que tem por objetivo aumento de massa muscular, recomenda-se a ingestão de 1,6 a 1,7g/kg/dia. Segundo a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, para esportes em que o predomínio é a resistência, as proteínas têm um papel de auxiliar no fornecimento de energia, sugerindo a ingestão de 1,2 a 1,6g/kg de peso de consumo diário (HERNANDEZ E NAHAS, 2009).

De acordo com *American College of Sports Medicine* (2016), a recomendação de proteína para atletas de alto rendimento é de 2,0g/kg/dia.

Já as diretrizes gerais de consumo de proteína do *International Olympic Committee* (IOC, 2011) para atletas são de 1,3 - 1,8g/kg/dia e de 1,6 - 1,7g/g/dia para atletas de resistência. De acordo com o IOC a ingestão de proteínas acima dessas diretrizes não tem qualquer benefício adicional e pode promover o catabolismo de aminoácidos e oxidação de proteínas (POTGIETER, 2013).

2.1.2 Metabolismo proteico

O metabolismo é uma atividade celular com propósitos determinados, no qual auxiliam vários sistemas multienzimáticos. Dentre suas funções está a obtenção de energia pela degradação de nutrientes; converter moléculas dos nutrientes em unidades importantes precursoras das macromoléculas celulares; reunir e organizar essas unidades importantes, ácidos nucleicos entre outros componentes celulares; sintetizar e degradar biomoléculas necessárias para determinadas funções das células (HIRSCHBRUCH e CARVALHO, 2008).

O metabolismo da proteína dietética e dos aminoácidos é influenciado pela composição da proteína específica, composição da refeição, tempo de ingestão e quantidade ou dose da proteína ou aminoácidos ingeridos. A velocidade de absorção dos aminoácidos pelo intestino também pode modular a síntese, a degradação e a oxidação de proteínas (BILSBOROUGH e MANN, 2006) (Figura1).

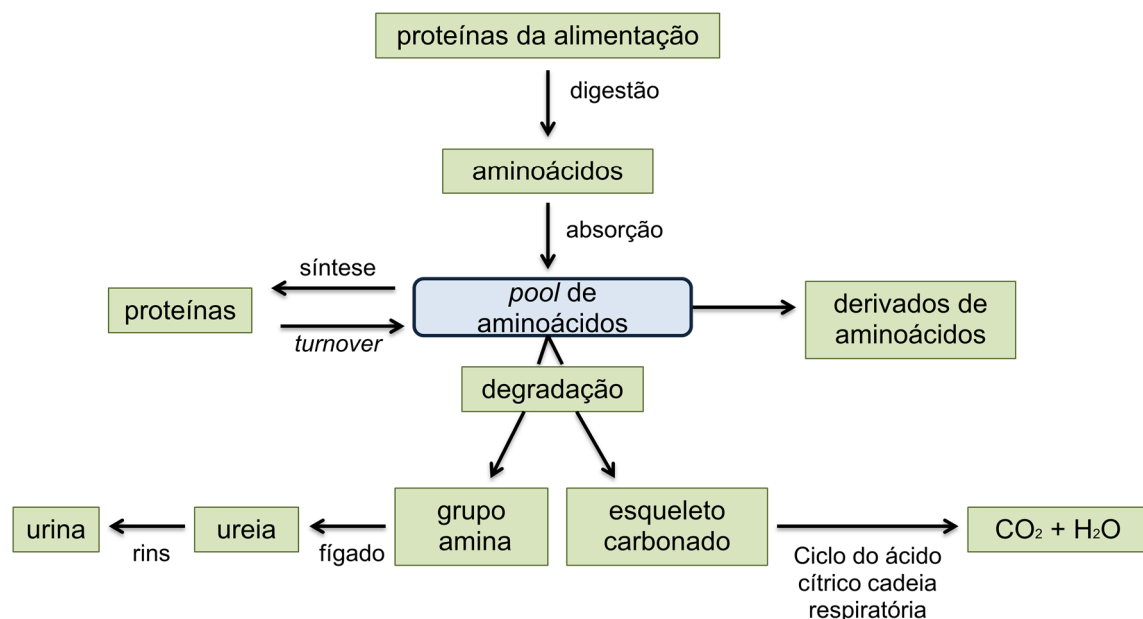


Figura 1. Metabolismo da proteína dietética.

Fonte: Adaptado de Neves e Carreira, 2003.

A síntese proteica ocorre por meio dos aminoácidos no sangue e nos fluidos corporais, formando as proteínas, por meio das ligações peptídicas, e tem como destino a síntese dos tecidos corporais, hormônios, enzimas e anticorpos. É considerada um fenômeno relativamente rápido e muito complexo, que ocorre no interior das células, um mecanismo de produção de proteínas determinado pelo ácido desoxirribonucleico (DNA), sendo um local de armazenamento de informações genéticas. Esse processo pode ser dividido em duas etapas: transcrição e tradução (PAIM et al., 2014), conforme ilustrado na Figura 2.

A primeira etapa da síntese proteica é o processo de transcrição, onde ocorre a síntese de mRNA a partir do DNA no núcleo celular, sendo utilizado para carrear informação a partir do DNA dos cromossomos para superfície dos ribossomos presentes no citosol. Nesse processo ocorre um pareamento das bases, adenina à uracila, a timina à adenina, a citosina à guanina e assim sucessivamente com intervenção da enzima RNA-polimerase nas ligações dos aminoácidos. A sequência de três bases nitrogenadas de mRNA forma um códon, responsável pela codificação dos aminoácidos, e assim a molécula do mRNA replica a mensagem do DNA, migra do núcleo para os ribossomos no citosol e forma um molde para síntese proteica (CABRAL et al., 2012).

A segunda etapa é o processo de tradução, que permite que as informações contidas na sequência de base do mRNA sejam utilizadas na determinação de sequência de aminoácidos na cadeia polipeptídica que será sintetizada (CABRAL et al., 2012).

As proteínas são compostas a partir de uma combinação de 20 aminoácidos, que estão em constante movimento no corpo, como uma reciclagem, ocorrendo síntese e degradação simultâneas, principalmente no fígado, sangue e músculos. Esse processo é denominado *turnover* proteico, o qual é regulado por fatores dietéticos, hormonais (glucagon, insulina, IGF-1, entre outros) e metabólicos, sendo necessário para manter o *pool* metabólico e a capacidade de atender a demanda de aminoácidos nas várias células e tecido do organismo (ROGERO e TIRAPEGUI, 2008).

O *turnover* proteico pode ser analisado através do balanço nitrogenado, que representa a diferença entre a quantidade de nitrogênio consumido e excretado por dia (PAIM et al., 2014; PHILLIPS, HILL e ATHERTON, 2012).

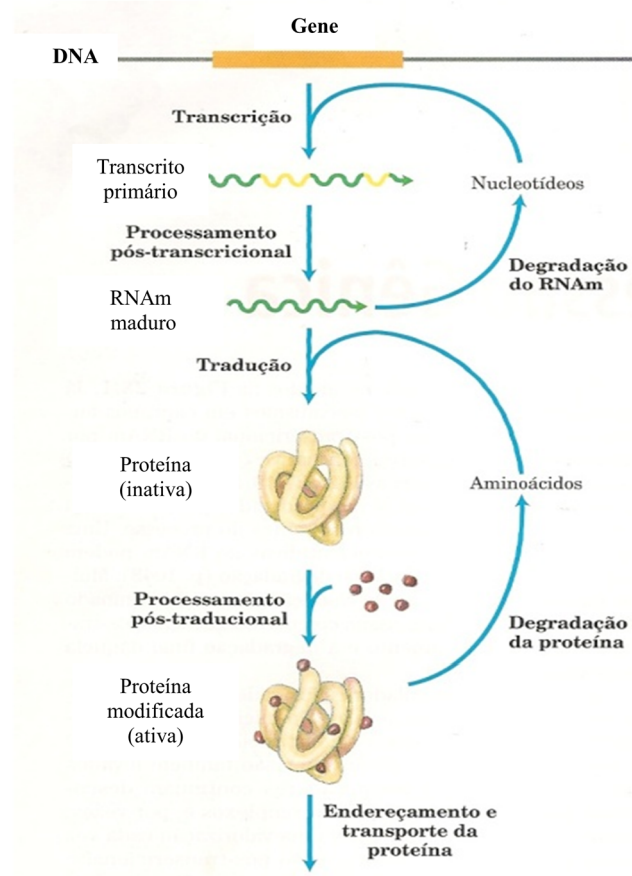


Figura 2. Etapas da síntese e degradação de proteínas.

Fonte: Adaptado de Nelson e Cox, 2011.

Intervenções nutricionais e de treinamento podem levar a ativação de diversas vias de sinalização no interior das células musculares, modulando o *turnover* proteico em diferentes pontos (ROMERO et al., 2013).

A modificação na constituição de diferentes isoformas de proteínas musculares e no conteúdo proteico, pode ser controlada por modificações em várias etapas, desde o DNA até da tradução do mRNA, as proteínas. O ganho ou perda de proteínas no músculo esquelético é determinado pelo balanço entre a síntese e degradação proteica (ROMERO et al., 2013).

Destaca-se que a proteólise muscular ocorre através das vias lisossomal e não lisossomal, onde a via não lisossomal é controlada pelo sistema ubiquitina-proteossomo, responsável pela degradação de proteínas miofibrilares e intercelulares de células eucarióticas. A via ubiquitina é ativada no músculo durante o catabolismo severo (VOLTARELLI e MELO, 2008).

2.2 Suplementação Proteica

A busca por melhores resultados tem levado cada vez mais atletas a utilizar-se de recursos ergogênicos nutricionais, constituindo-se em um fator chave para o alto desempenho.

Segundo a Resolução (RDC) nº 18, de 27 de abril de 2010 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), suplemento proteico para atletas é um produto destinado a complementar as necessidades proteicas.

Os recursos ergogênicos nutricionais utilizados na busca de um maior desempenho esportivo, como aminoácidos, hipercalóricos, bebidas isotônicas, produtos à base de carboidratos, proteínas, entre outros, são classificados de acordo com a resolução supracitada em seis categorias distintas, a saber: repositores hidroeletrólíticos; repositores energéticos; suplementos proteicos; creatina, cafeína e alimentos compensadores. No entanto, uma vez considerados alimentos, a totalidade destes suplementos são de venda livre, sendo facilmente comercializados para a população em geral (BRASIL, 2010).

O consumo de suplementos proteicos e a base de aminoácidos tem aumentado nos últimos anos. Motivados pela busca de recursos que auxiliam a promover ganho de massa magra e redução da gordura corporal, os atletas tendem a ingerir altas doses de suplementos proteicos sem conhecimentos suficientes sobre os possíveis prejuízos à saúde (SANTOS et al., 2016).

Indivíduos que praticam exercícios de força são em geral os que mais consomem suplementos, em busca de ganho de massa muscular, complementação alimentar e reposição de energia (FELIX, 2011). Estima-se que de 8 a 70% de praticantes dessa modalidade utilizam suplementos a base de aminoácidos ramificados, creatina, bebidas e carboidratos (NOGUEIRA, SOUZA e BRITO, 2013).

Algumas consequências indesejáveis são atribuídas ao uso descontrolado dos suplementos alimentares e esteroides anabólicos androgênicos que vão desde efeitos colaterais leves (cãibras e cansaço muscular) como graves danos, síndrome metabólica, sobrecargas renais e hepáticas, alterações psicológicas, cardíacas e morfológicas e até a morte (NOGUEIRA, SOUZA e BRITO, 2013).

O estudo de Fayh et al. (2013) verificou a prevalência do uso de suplementos nutricionais nas academias de Porto Alegre/RS, no qual foram entrevistados 316 indivíduos com idade de 18-59 anos. Os autores observaram um uso expressivo desses suplementos pelos participantes (28,8%), onde os mais utilizados foram suplementos proteicos e aminoácidos de cadeia ramificada.

Em outra pesquisa conduzido por Jesus, Dos Reis Filho e Santini (2012), na qual se avaliou o consumo alimentar e o uso de suplementos nutricionais por atletas de voleibol, revelou que 100% dos atletas utilizavam algum tipo de suplementação, desses 42% usavam apenas suplementos e 58% faziam o uso de vitaminas e minerais, sendo que 75% tinham como objetivo melhorar o desempenho físico.

É importante mencionar que aumento da ingestão de proteínas na dieta acima das necessidades diárias de um atleta e/ou desportista, não determina ganho de massa muscular adicional, nem promove aumento do desempenho, podendo a proteína ser utilizada como combustível energético e ocasionando acúmulo de amônia, que pode sobrecarregar a função renal (HERNANDEZ e NAHAS, 2009; PEDROSA, DONATO JUNIOR e TIRAPGUI, 2009; APARÍCIO et al., 2011).

2.2.1 Suplementação proteica de origem animal: *Whey protein*

As proteínas do soro do leite ou *whey protein* são alvo de inúmeros estudos nos últimos anos, em razão da descoberta do elevado valor biológico de seus peptídeos, fonte de aminoácidos essenciais, os quais os seres humanos não são capazes de sintetizar (ALMEIDA JUNIOR, SILVA e ALVARES, 2013).

O soro do leite é um subproduto resultante da fabricação de queijos por coagulação da caseína, obtido por adição de ácido ou de enzima (soro doce). Possui alto valor nutricional, conferido pela presença de proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais (ALVES et al., 2014).

Durante décadas, essa parte do leite era dispensada pela indústria de alimentos. Somente a partir da década de 70, os cientistas passaram a estudar as propriedades dessas proteínas (HARAGUCHI, ABREU e DE PAULA, 2006).

O emprego de tecnologias de membranas filtrantes (ultrafiltração/diafiltração) permite a obtenção de *whey* concentrados (WPC) e isolados proteicos (WPI), sem que ocorra desnaturação e consequente perda das propriedades funcionais fisiológicas (FOEGEDING et al., 2002). A diferença entre ambos está na composição, sendo que o WPI contém uma maior concentração de proteínas (90 a 95%) e, proporcionalmente, menor quantidade de lactose e gordura que o WPC, o qual poderá conter entre 25 a 89% de proteínas, nesse produto há remoção parcial de carboidrato e gorduras e, como consequência, redução de lactose (CARRILHO, 2013).

As proteínas do soro do leite apresentam uma estrutura globular contendo algumas pontes de dissulfeto, que conferem um certo grau de estabilidade estrutural. As frações, ou peptídeos do soro, são constituídos de: beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropeptídeos (GMP). Essas frações podem variar em tamanho, peso molecular e função, fornecendo às proteínas do soro características especiais (HARAGUCHI, ABREU e DE PAULA, 2006).

A lactoalbumina, proteína encontrada em 20% no soro do leite, reúne algumas propriedades funcionais, tais como: alta concentração (23 a 25%) de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) e um elevado conteúdo em aminoácidos essenciais; contém 10% de imunoglobulinas que aumentam a produção endógena do antioxidante glutatona; por ser rica em cisteína, contribuindo para melhoria do sistema imunológico (HA e ZEMAL, 2003; SGARBIERI, ZIEGLER e CASTRO, 2009).

As proteínas do soro do leite possuem alto valor nutricional e alto valor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina), além de apresentarem alto teor de cálcio e peptídeos bioativos do soro, relacionados com fator de crescimento, reconstrução e reparação muscular (RENHE, 2008; SOUSA et al., 2012). Esses aminoácidos presentes nas proteínas superam as doses recomendadas para as crianças de dois a cinco anos e para os adultos, aspecto que torna essa fonte proteica a mais concentrada em aminoácidos essenciais em detrimento às demais fontes de proteínas (TERADA et al., 2009).

O conceito de proteínas com diferentes velocidades de absorção tem sido utilizado por profissionais e cientistas que trabalham com desempenho físico. Estudos demonstram que as proteínas do soro são absorvidas mais

rapidamente que outras, como a caseína, por exemplo. Essa rápida absorção faz com que as concentrações plasmáticas de muitos aminoácidos, inclusive a leucina, atinjam altos valores logo após a sua ingestão (HARAGUCHI, ABREU e DE PAULA, 2008).

Dessa forma, a suplementação de *whey protein* em atletas tem sido uma técnica cada vez mais utilizada por profissionais da área de saúde esportiva, pois o *whey* tem rápida digestão e absorção intestinal, o que proporciona elevação da concentração de aminoácidos no plasma, estimulando a síntese proteica nos tecidos (TERADA et al., 2009). Podendo influenciar também na liberação de hormônios anabólicos, como a insulina, o que favorece a captação de aminoácidos para o interior da célula muscular, favorecendo a síntese proteica e consequentemente a hipertrofia muscular (SGARBIERI, 2004).

As proteínas do soro do leite têm sido muito estudadas tanto na sua utilização para efeitos benéficos como na relação entre sua suplementação de forma demasiada e possíveis danos no funcionamento renal, em modelos com animais experimentais submetidos ao treinamento físico e também em modelos de animais sob condições fisiológicas (WAKEFIELD et al., 2011).

No estudo de Nunes et al. (2013), avaliou-se os efeitos do treinamento de resistência associado à suplementação com *whey protein* em ratos sob condições fisiológicas, verificou-se um aumento da creatinina plasmática (marcador bioquímico de função renal) após oito semanas de suplementação (1,8g/kg *whey protein*), evidenciando que o excesso de proteína em animais com condições fisiológicas pode causar sobrecarga renal e lesão hepática.

Outros trabalhos como de Granuzzo (2008), ressaltam que o uso excessivo de *whey protein* pode desequilibrar negativamente o balanço nitrogenado, conduzindo possivelmente a um estado catabólico, prejudicando a recuperação do exercício.

Por outro lado, pesquisas vêm abordando o uso desse suplemento como ferramenta para controle e prevenção de fatores de risco para doenças endócrinometabólicas em seres humanos. Teixeira et al. (2012) avaliaram os efeitos do exercício de resistência sob os parâmetros bioquímicos do metabolismo lipídico e doença cardiovascular em animais e observaram que o *whey* melhorou o perfil lipídico e promoveu redução de glicemia pós-prandial em ratos sob condições fisiológicas e em indivíduos portadores de diabetes *mellitus* tipo 2.

A suplementação com proteínas do soro do leite, na maioria dos estudos, é vista como importante estratégia para aumentar a resposta de resistência no exercício e para hipertrofia muscular, sendo que as proteínas do soro podem estar associadas ou não à ingestão de carboidratos (BECKER et.al., 2016).

Um dos efeitos fisiológicos positivos das proteínas do soro do leite sobre o controle de taxas metabólicas é a redução do consumo alimentar, da massa corporal e saciedade, podendo ser explicado pela potencial ação dos peptídeos e aminoácidos dessas proteínas sobre a liberação de hormônios intestinais (anorexígenos), como a leptina, o GLP1 (peptídeo semelhante ao glucagon) e a CCK (colecistocinina) e redução da grelina (hormônio orexígeno) que regulam a saciedade (SANTOS et al., 2016). Deste modo essa ação poderia ser utilizada na prevenção e tratamento de doenças metabólicas (SOUSA et al., 2012).

Outros efeitos positivos em relação ao uso da proteína do soro do leite têm sido observados, como ação antioxidante em virtude da presença dos aminoácidos cisteína, glutamato e glicina atuando na síntese de glutathione (GSH), prevenindo e reduzindo a oxidação e os danos teciduais durante a prática de exercício físico (TERADA et al., 2009).

Estudos com modelos experimentais associam o consumo de proteínas do soro do leite ou leucina com adaptações fisiológicas decorrentes do treinamento de resistência, incluindo aumento da síntese de proteínas com ganho de massa muscular, bem como, efeitos sobre o metabolismo dos lipídios e prevenção de doenças metabólicas (MATA e NAVARRO, 2009; HARAGUCHI et al., 2011; ZANCHI et al., 2012; MCGREGOR e POPPITT, 2013; WILBORN et al., 2013).

Uma das vantagens do *whey protein* sobre o ganho de massa muscular está relacionada ao perfil de aminoácidos, principalmente de leucina, que tem sido associada ao processo de ativação da iniciação da síntese proteica com consequente ganho de massa muscular (CARRILHO, 2013; TERADA et al., 2009). A leucina apresenta diferentes propriedades fisiológicas, podendo ser encontrada em grandes concentrações (11,8 mg/100g) na constituição das proteínas do soro do leite (TANG e PHILLIPS, 2009).

Quando relacionado à hipertrofia e a atividade física, na revisão de Zambão, Rocco e Heyde (2015), a suplementação da proteína do soro do leite,

independente se sua ingestão for antes, durante ou após a atividade física, nas variações de 20 a 60 gramas, promoveu hipertrofia muscular.

Existem diferentes vias pelas quais as proteínas do soro favorecem a hipertrofia muscular. A alta concentração do aminoácido leucina, pode, de certa forma, favorecer o anabolismo muscular devido ao seu papel fundamental no processo de fosforilação de proteínas envolvidas na formação do complexo do fator de iniciação eucariótico 4F (eIF4F), que, por sua vez, inicia a tradução do RNA mensageiro (mRNA) para a síntese global de proteínas (SOUZA, PALMEIRA e PALMEIRA, 2015).

Diante dos resultados publicados na literatura científica pode-se perceber que o perfil de aminoácidos contido nesse suplemento é o determinante para haver o estímulo da síntese proteica, principalmente quando associada à sua administração a exercícios (ZAMBÃO, ROCCO e HEYDE, 2015).

Atletas, praticantes de atividades físicas, pessoas fisicamente ativas e até mesmo portadores de doenças vêm procurando benefícios funcionais– fisiológicos nessa fonte proteica de origem animal (HARAGUCHI, ABREU e DE PAULA, 2006).

2.2.2 Suplementação proteica de origem vegetal: Bacuri

O bacuri ou acuri pertence à família Arecaceae, sendo que a espécie *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng. é amplamente distribuída no Estado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, sendo que o fruto verde é encontrado durante o ano inteiro nessas regiões (Figura 3). Segundo estudos, a polpa do fruto apresenta coloração variando entre amarelo a laranja devido à presença de carotenoides (β -caroteno, ζ -caroteno e β -zeacaroteno) e tem sido estudada quanto à composição em ácidos graxos e identidade do óleo, visando o seu aproveitamento ao considerar o aspecto nutricional e rendimento que justificam sua utilização em escala industrial (HIANE et al., 2003). Por outro lado, a amêndoa apresenta boa quantidade de proteínas, além de lipídios e fibras (DAMASCENO JUNIOR e SOUZA, 2010; LIMA e SILVA et al., 2014).

Miyahira et al. (2010) avaliando a amêndoa do bacuri também encontraram um baixo teor de umidade e quantidade de lipídios elevada, sendo

esses lipídios altamente saturados, destacando-se o ácido láurico como um dos principais ácidos graxos (35,11%), além do óleo possuir um baixo índice de acidez, favorecendo sua utilização para fins energéticos.



Figura 3. A - Palmeira bacuri (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.), B - Frutos verdes de bacuri em cacho, C - Frutos maduros, D - Corte transversal do fruto.
Fonte: Própria da pesquisadora.

A farinha da amêndoa do bacuri desengordurada teve seu perfil de aminoácidos investigado por Lima e Silva et al. (2014), onde foi encontrada quantidade de aminoácidos essenciais maiores que as recomendadas pela *Food and Agriculture Organization* e *World Health Organization* (FAO/WHO, 2007). A proteína da amêndoa de bacuri da pesquisa supracitada apresentou digestibilidade de 82,87%, a qual é melhor do que a proteína da soja de 71,76% encontrada por Pires et al. (2006). Outra importante característica encontrada é que o nível de PDCAAS (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*) da amêndoa do bacuri (0,7313) é maior que o da soja (0,5382) e

se aproxima ao da caseína (0,9272). Por fim, a pesquisa indicou que amêndoa de bacuri pode ser usada *in natura* como fonte alternativa de proteína, bem como, de nutrientes, pois não possui aminoácidos limitantes e fatores antinutricionais.

A pesquisa realizada por LIMA e SILVA et al. (2014) mostrou que a amêndoa de bacuri apresenta como principais componentes os lipídios e as proteínas. As proteínas apresentaram bom perfil aminoacídico, exemplificado na Tabela 1, quando comparado ao de whey protein concentrate (WPC), de whey protein isolate (WPI), e ao padrão proposto para adultos pela FAO/OMS (ZIEGLER, 2010; ZIEGLER et al., 2012).

Tabela 1. Valores dos aminoácidos totais (g.100g⁻¹ de proteína) da amêndoa de bacuri, do *whey protein concentrate* (WPC) e do *whey protein isolate* (WPI) em comparação com o padrão estabelecido para adultos pela FAO/OMS.

Aminoácidos (g.100g ⁻¹ de proteína)	Amêndoa de Bacuri*	WPC**	WPI**	Padrão FAO/OMS***
Aminoácidos essenciais				
Histidina	2,18	1,90	2,00	1,90
Isoleucina	3,90	5,80	4,99	2,80
Leucina	8,32	10,30	12,81	6,60
Lisina	5,74	8,60	10,23	5,80
Metionina	2,71	3,10	2,53	2,50 ^a
Cistina	0,68	2,30	3,07	
Fenilalanina	5,09	3,50	3,36	6,30 ^b
Tirosina	1,92	3,20	3,45	
Triptofano	ND	ND	ND	1,10
Valina	7,36	5,30	4,77	3,50
Treonina	3,02	6,30	4,72	3,40
Aminoácidos não essenciais				
Alanina	6,77	5,00	5,26	
Arginina	11,21	3,30	2,36	
Ácido Aspártico	8,91	10,90	11,46	
Ácido Glutâmico	14,12	16,90	17,62	
Glicina	7,91	2,10	1,62	
Prolina	4,20	5,90	4,11	
Serina	5,95	5,50	3,76	

ND = Não Determinado. ^aMetionina + cistina; ^bFenilalanina + tirosina. *LIMA e SILVA et al. (2014), **ZIEGLER, 2010; ZIEGLER et al., 2012, ***FAO/WHO, 2007

Ao realizar uma revisão sobre aspectos botânicos, ecológicos, etnobotânicos e agrônômicos da *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng. visando ressaltar a importância da espécie como fonte de recursos, Negrelle (2015) cita

o seu elevado potencial econômico, em função da diversidade de usos populares associados à essa espécie. Apesar de ainda não estar sendo aproveitada em toda sua potencialidade, esta palmeira representa substancial recurso para comunidades tradicionais distribuídas na sua área de ocorrência natural (NEGRELLE, 2015).

2.3 Treinamento de força

O músculo esquelético é formado basicamente por tecido conjuntivo e por dois tipos principais de fibras musculares, do tipo I (lentas oxidativas) e do tipo II (rápidas), podendo ser subdivididas em IIA e IIB, também chamadas de intermediárias. Quando observadas individualmente, as fibras possuem diferenças na velocidade de contração, oxidação, capilarização, resistência à fadiga, número e tamanho de mitocôndrias (BARROSO e THIELE, 2011).

A estrutura do músculo estriado é constituída de fibrilas envolvidas por uma membrana chamada sarcolema. As fibras musculares possuem milhares de miofibrilas em paralelo embebidas em um fluido intracelular denominado sarcoplasma. Essas miofibrilas formam a conexão de filamentos de actina e miosina, moléculas responsáveis pela contração muscular. Dentro do sarcoplasma, encontram moléculas de adenosina trifosfato (ATP), glicogênio e fosfocreatina, além de glicose e enzimas (GUYTON e HALL, 2017).

O músculo esquelético é capaz de realizar adaptações em respostas às atividades, que juntamente com as demandas metabólicas provocam modificações na expressão genética, podendo levar ao ganho (hipertrofia) ou a perda (atrofia) da massa muscular. A expressão no gene do músculo esquelético pode ser controlada através da regulação do número de mionúcleos (conteúdo de DNA), gene de transcrição muscular, síntese e/ou degradação da proteína muscular (proteólise) (FAVIER, BENOIT e FREYSSENET, 2007).

O remodelamento do músculo esquelético é um processo dinâmico e responsivo a sinais extracelulares mediados pelo treinamento físico, que permite alterações nas células musculares, atividade neural, hormônios, fatores de crescimento, a velocidade de contração muscular, estresse mecânico, além do consumo de ATP e estresse metabólico (FERNANDES et al., 2008).

O treinamento de força ou também chamado treinamento resistido é um dos métodos mais utilizados não somente como componente do treinamento de atletas, mas também por indivíduos de diferentes faixas etárias de ambos os sexos, na presença ou ausência de alguma patologia, visando à melhora da saúde e da *performance*, reabilitação de traumatismos e lesões musculares ou articulares, devido a sua capacidade de promover adaptações tanto nos aspectos para o desenvolvimento da aptidão física, psicológicos, bem como sociais (CONTE et al., 2009).

Este tipo de treinamento também é conhecido como treinamento contra resistência, ou com pesos, ou de sobrecarga, sendo definido como exercício onde a musculatura do corpo é recrutada no intuito de promover movimentos contra a oposição de uma força que geralmente é exercida por meio do próprio corpo, pesos livres ou por algum tipo de equipamento (GRAHL et al. 2013).

As respostas adaptativas ao treinamento de força estão ligadas às adaptações neuromusculares (aumento da força, potência, resistência), morfológicas (aumento da massa muscular), fisiológicas, moleculares, endócrinas (liberação de hormônios e fatores de crescimento) e de *performance*, em virtude do estresse mecânico, controle neuromotor, demanda metabólica e atividade endócrina (ANTUNES et al., 2007; FOSCHINI, PRESTES e CHARRO, 2007).

Quando o músculo se contrai ou é tensionado contra uma resistência, a síntese de proteína é estimulada e ocorre a formação de pequenas fissuras nas fibras musculares e nas fibras conectivas denominadas micro lesões. Após período de recuperação, novas proteínas são construídas, o tecido conectivo é restaurado e as fibras musculares se tornam maiores, aumentando em diâmetro e força. A tensão muscular gerada pelo treinamento de força é transferida para os tendões, ligamentos e ossos conectados ao músculo solicitado, e, como consequência, toda a estrutura ao redor se torna mais forte (PEREIRA e DIAS, 2012).

O treinamento de força quando incorporado em um programa de treinamento promove a manutenção e o aumento da massa muscular (hipertrofia), ocorrendo dessa forma o aumento do metabolismo basal e consequentemente um maior gasto calórico basal. A prática desse tipo de exercício traz alguns benefícios como, melhora na função cardiovascular, reduz

os fatores de risco associados a doenças coronarianas e de diabéticos tipo 2, previne a osteoporose, câncer de cólon, bem-estar psicológico e melhora da estabilidade e capacidade funcional (GRAHL et al., 2013).

No entanto, para que haja resultados significantes é necessária a combinação de múltiplas variáveis a esse método de treinamento, tais como, ordem dos exercícios, volume, intensidade, número de séries e repetições, velocidade de execução, frequência dos treinos, intervalo, cargas, amplitude do movimento, tipo de contração muscular, técnica e equipamento, sendo que a adaptação ao treinamento produz resultados distintos a atletas com individualidades biológicas diferentes (FIQUEIREDO e NAREZI, 2010; AZEVEDO et al., 2007).

O treinamento de força favorece a hipertrofia muscular pela maior liberação de hormônios anabólicos (GH, IGF-1 e testosterona), bem como, por disponibilidade de nutrientes (aminoácidos e glicose) no músculo (SOUZA, PALMEIRA e PALMEIRA, 2015), sendo um aspecto importante encontrado no estudo de Martins et al. (2008), o qual examinou respostas agudas de diferentes intervalos de recuperação entre séries de exercícios resistidos para membros inferiores em mulheres jovens, observando que esse tipo de treinamento com intervalos curtos entre as repetições promoveu um aumento nos níveis de hormônio do crescimento (GH).

A hipertrofia muscular esquelética é uma resposta fisiológica caracterizada pelo aumento do número de miofibrilas (volume muscular), da área de secção transversa, significando aumento do tamanho e do número de filamentos de actina e miosina e adição dos sarcômeros das fibras musculares, decorrentes de resultados de treinamentos de força, musculação, entre outros, ocasionando uma adaptação fisiológica e metabólica do músculo após períodos prolongados de treinamento específico, resultando em hipertrofia muscular máxima (FIQUEIREDO e NAREZI, 2010).

Um dos processos envolvidos na hipertrofia é a ativação das células satélites, que são precursoras de tecido esquelético e responsáveis pelo reparo e regeneração das fibras musculares, sendo estimuladas por sobrecarga mecânica, exercícios físicos e traumas (FERNANDES et al., 2008). Outro fator que também contribui para a hipertrofia é a ação das proteínas sobre a liberação de hormônios como a insulina, o que favorece a captação de

aminoácidos para o interior da célula muscular, otimizando a síntese proteica (BILSBOROUGH e MANN, 2006).

O aumento da massa muscular é entendido como balanço positivo entre a síntese e degradação proteica, que levará uma configuração adequada de acordo com as novas necessidades da fibra. Desta forma a hipertrofia acontecerá, quando houver predomínio da via de síntese em relação a degradação de proteínas realizado pela coordenação integrada da complexa rede de vias de sinalização intracelular (FERNANDES et al., 2008).

Uma das principais vias de sinalização necessárias para a síntese de proteína muscular, é a via da proteína Akt ou serina/treonina quinase ou proteína quinase B (PKB) que promove o início da tradução. Essa proteína está relacionada com a fosforilação da cascata enzimática: Proteína Quinase denominada *Mammalian target of rapamycin* (mTOR), responsável pelo controle do crescimento celular através da inibição do mecanismo mitocondrial concomitante ativação da transcrição e tradução gênica em resposta a oferta de nutrientes, como exemplo a leucina (FERNANDES et al., 2008; JUNG et al., 2010).

Dessa forma, são várias as alterações advindas dos exercícios de resistência. No estudo de Queiroz e Munaro (2012) realizado com idosos foi avaliado o aumento de força, onde os resultados revelaram elevação nos níveis de força muscular máxima. Já em Souza et al. (2008), além de confirmar um aumento de força muscular foi encontrado também um melhor potencial aeróbio. Além disso, esse tipo de exercício também auxilia na hipertrofia muscular (BRITO et al., 2013; SOUZA e BOSSI, 2012).

O exercício físico provoca alterações metabólicas importantes no organismo principalmente quando ocorre o *turnover* proteico no músculo esquelético. O treinamento promove adaptações musculares, deixando-os mais aptos a repetir contrações sucessivas, decorrentes do aumento da concentração de proteínas. Esse efeito no músculo esquelético varia de acordo com o tipo, intensidade e duração da atividade motora (HIRSCHBRUCH e CARVALHO, 2008).

Encontram-se na literatura inúmeras possibilidades de exercícios físicos utilizados para o treinamento de ratos em laboratório, desde exercícios voluntários em ambiente de confinamento mais amplo ou rodas para caminhada voluntária (NOVELLI et al., 2004), o treinamento intermitente de alta

intensidade de salto tipo *jump squat* (PANVELOSKI-COSTA et al., 2012; ARAUJO et al., 2010; FRANCO et al., 2007), em esteiras elétricas (ARAUJO et al., 2010), treinamento de força ou resistido (MARQUETI et al., 2017; RODRIGUES, BORIN e SILVA, 2016; CASSILHAS et al., 2013; SECCHI et al., 2008).

Entre os diferentes modelos com animais descritos na literatura, visando à hipertrofia muscular esquelética, com resultados mais próximos da hipertrofia induzida em humanos encontra-se o treinamento em escada. Esse modelo de treinamento consiste em submeter os animais (ratos) a escaladas em escada inclinada carregando uma sobrecarga presa na base da cauda. Em cada escalada o animal realiza de 8 a 12 movimentos, correspondentes a repetições em seres humanos (LEE e FARRAR, 2003; HORNBERGER e FARRAR, 2004).

Cassilhas et al. (2013) avaliaram a utilização de modelos animais com treinamento resistido utilizando um período de familiarização ao equipamento, seguido de distribuição de acordo com o desempenho do aprendizado; após 8 semanas de exercícios progressivos de resistência avaliaram a hipertrofia através dos músculos gastrocnêmio, sóleo, músculo flexor longo e plantaris, validando o protocolo com resultados bem-sucedidos para pesquisas básicas e de exercício resistido.

Entretanto, essa metodologia apresenta algumas desvantagens e críticas, tais como, o condicionamento do animal com choque ou sistema de recompensa; não permite a análise do músculo contralateral, necessitando da utilização de grupos controles para comparações; utiliza mão de obra do pesquisador, e o uso de tubo Falcon contendo a carga, preso à calda, pode gerar atrito com os degraus da escada podendo aumentar a viabilidade das respostas ao treino (LEE e FARRAR, 2003; HORNBERER e FARRAR, 2004; COSTA, 2015).

2.4 Nutrição e treinamento para desempenho físico

A nutrição e a fisiologia do exercício estão completamente ligadas (McARDLE, KATCH e KATCH, 2016). A alimentação do atleta e seu estado nutricional influenciam diretamente em sua *performance* nos treinos e competições, ou seja, uma dieta deficiente em nutrientes e energia pode

prejudicar o desempenho, além de expor o indivíduo a riscos de lesão, redução da massa muscular, consequentemente queda do sistema imunológico e até alterações metabólicas hormonais (POTGIETER, 2013).

O equilíbrio é fundamental na alimentação de um atleta, pois assim como a deficiência, os excessos na dieta podem causar efeitos indesejáveis, como queda no rendimento e aumento da gordura corporal. Uma alimentação balanceada é aquela que não apresenta grandes restrições, deve derivar de uma grande variedade de alimentos que fornecem carboidratos, proteínas, lipídios e micronutrientes (vitaminas e minerais) adequados, atendendo às necessidades nutricionais e respeitando os hábitos alimentares e preferências pessoais do atleta, a fim de manter o equilíbrio energético devido à atividade física (KREIDER et al., 2010).

Dias e Bonatto (2011) relatam que uma alimentação equilibrada e balanceada, contribui para a manutenção da saúde do atleta, preserva sua composição corporal, permite o estoque adequado de energia, retarda a fadiga, auxilia na manutenção da massa muscular e na recuperação de lesões.

Os atletas necessitam de um aporte maior de calorias quando comparados aos indivíduos que não praticam nenhuma atividade física. Assim é comum que haja ingestão de suplementos dietéticos por essa população, seja essa realizada antes, durante ou após a atividade física, com o objetivo de agir como recursos ergogênicos (FONTAN e AMADIO, 2015).

O exercício físico é preconizado como hábito de vida diária pelo seu efeito de bem-estar, preventivo, terapêutico e tem sido associado a vários benefícios metabólicos, cardiovasculares e neurovegetativos com redução na morbidade e mortalidade e melhora na capacidade funcional global (ARAUJO et al., 2010).

De acordo com a literatura, o exercício físico pode trazer benefícios ao processo de recuperação nutricional, pois promove importantes ajustes fisiológicos em vias de regulação do metabolismo lipídico, favorecendo menor armazenamento de gorduras na região central e o controle dos lipídios plasmáticos (ARAUJO et al., 2010).

Existem alguns fatores que influenciam na seleção dos substratos energéticos durante a execução de exercícios físicos, sendo: estado nutricional, dieta, modo, intensidade e duração do exercício, tipo de fibra

muscular, treinamento e fatores ambientais, como temperatura e altitude (FIQUEIREDO e NAREZI, 2010).

Segundo Haraguchi, Abreu e De Paula (2006) os exercícios físicos principalmente os de força, são de extrema importância, pois impedem a atrofia e favorecem o processo de hipertrofia muscular, melhorando a qualidade de vida dos indivíduos, juntamente com a nutrição que exerce papel fundamental nesse processo, conforme ilustrado na figura 4.

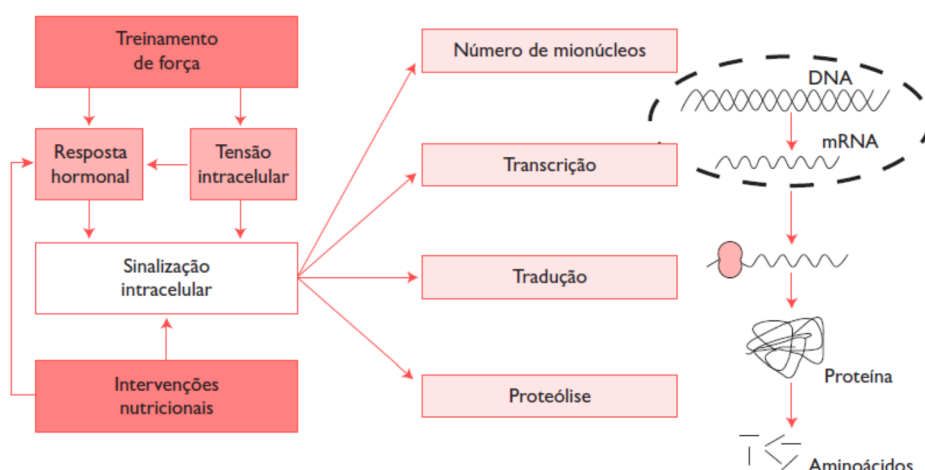


Figura 4: Efeitos gerais de intervenções nutricionais e do treinamento de força sobre a síntese e degradação de proteína no músculo esquelético.

Fonte: Adaptado de Romero et al., 2013.

O músculo esquelético tem como característica a necessidade de estímulos específicos, como por exemplo, treinamento físico e nutrientes, os quais podem sinalizar vias de síntese e/ou degradação proteica, promovendo assim adaptações em sua estrutura e funcionalidade (ANDRADE, LANCHÁ JUNIOR e FERRAZ, 2015).

No corpo humano encontram-se cerca de 50 mil diferentes componentes proteicos, sendo 65% encontrados no músculo esquelético (PERES, 2013). O plasma, o tecido visceral e o músculo representam as três principais fontes de proteína corporal (McARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

É considerável ressaltar que um tipo de treino pode aumentar a síntese de proteínas participantes do metabolismo oxidativo e a de miosina de cadeia pesada. Como por exemplo, após um treino de *endurance*, ocorre aumento da síntese proteica, devido ao aumento da síntese de proteínas mitocondriais, já

na musculação, é pelo aumento da síntese de proteínas miofibrilares (WILKINSON et al., 2008).

O consumo de aminoácidos depois de exercícios resistidos com peso pode estimular o aumento da síntese de proteína muscular, a qual é altamente responsiva às elevações crônicas de proteína no músculo, podendo resultar o aumento de massa muscular (VENNE, BURD e PHILLIPS, 2012; HARAGUCHI, ABREU e PAULA, 2006; WOLFE, 2000).

Estudos como o de Tang et al. (2009), evidenciam maiores benefícios sobre a síntese de aminoácidos no sangue e de proteínas musculares quando suplementado com proteínas hidrolisadas do soro do leite após os treinamentos resistidos.

Kanda et al. (2013), comparando os efeitos da suplementação com proteína de soro leite hidrolisado (WHP), carboidratos (CHO) ou uma mistura de aminoácidos, observaram um aumento da síntese proteica no grupo de ratos submetidos à natação que ingeriu WHP pós-exercício, além de aumento do marcador de síntese proteica via mTOR.

Esse aumento na síntese de proteína muscular e o equilíbrio proteico positivo podem ser notados no estudo de Esmarck et al. (2001), onde um grupo de atletas/esportistas que ingeriu um suplemento proteico na forma de gel, contendo 10g de proteína, imediatamente após o treinamento físico teve a síntese proteica favorecida e conseqüentemente uma maior hipertrofia quando comparado ao grupo que ingeriu proteína duas horas depois.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da suplementação proteica com amêndoa do bacuri (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.) e *whey protein* em ratos Wistar submetidos ao treinamento de força.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a composição química das fontes proteicas, farinha da amêndoa de bacuri, *whey protein* e das dietas experimentais;
- Comparar o consumo alimentar, a ingestão energética e a eficiência alimentar dos grupos suplementados com dietas normoproteicas com fontes de origem vegetal (amêndoa do bacuri) e animal (*whey protein*);
- Verificar o efeito das dietas e do treinamento de força sobre a composição corporal, parâmetros bioquímicos e a proteína muscular de ratos Wistar;
- Avaliar o efeito das diferentes fontes proteicas sobre o desempenho físico dos animais exercitados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Matéria prima

Os frutos de bacuri, espécie *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng., foram coletados em regiões próximas a Campo Grande, Aquidauana e Miranda no Mato Grosso do Sul, no período de outubro de 2015 a maio de 2016, transportados aos laboratórios da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública (UTASP), do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da UFMS, onde as amêndoas foram retiradas e processadas para elaboração da farinha.

O *whey protein* concentrado sem sabor da marca Probiótica®, utilizado nas dietas dos animais, foi adquirido no comércio local após verificação das marcas comerciais disponíveis e escolhido o mais indicado para realização do experimento, de acordo com o teor de proteína das mesmas.

4.2 Preparo da farinha de amêndoa de bacuri

Os frutos coletados foram higienizados em água corrente, posteriormente colocados na estufa de ventilação em temperatura de 40 a 50°C para secagem da polpa por um período de 3 a 4 dias com o objetivo de facilitar a quebra, que foi realizada em uma máquina adaptada para a extração de amêndoas de baru (*Dipteryx alata*). Em seguida as amêndoas foram retiradas, pré-trituradas em cutter (Sire®) e trituradas em moinho (TECNAL®), resultando na farinha integral. Devido ao alto teor de lipídios encontrado na farinha integral foi necessário realizar o processo de extração do óleo com éter de petróleo em aparelho de Soxhlet. Após a extração do óleo, a farinha foi distribuída em bandejas e levada a estufa de ventilação em temperatura de 45°C para evaporação do éter de petróleo residual e peneirada em tamis malha 20, obtendo-se assim a farinha de bacuri desengordurada, conforme figuras 5 e 6.

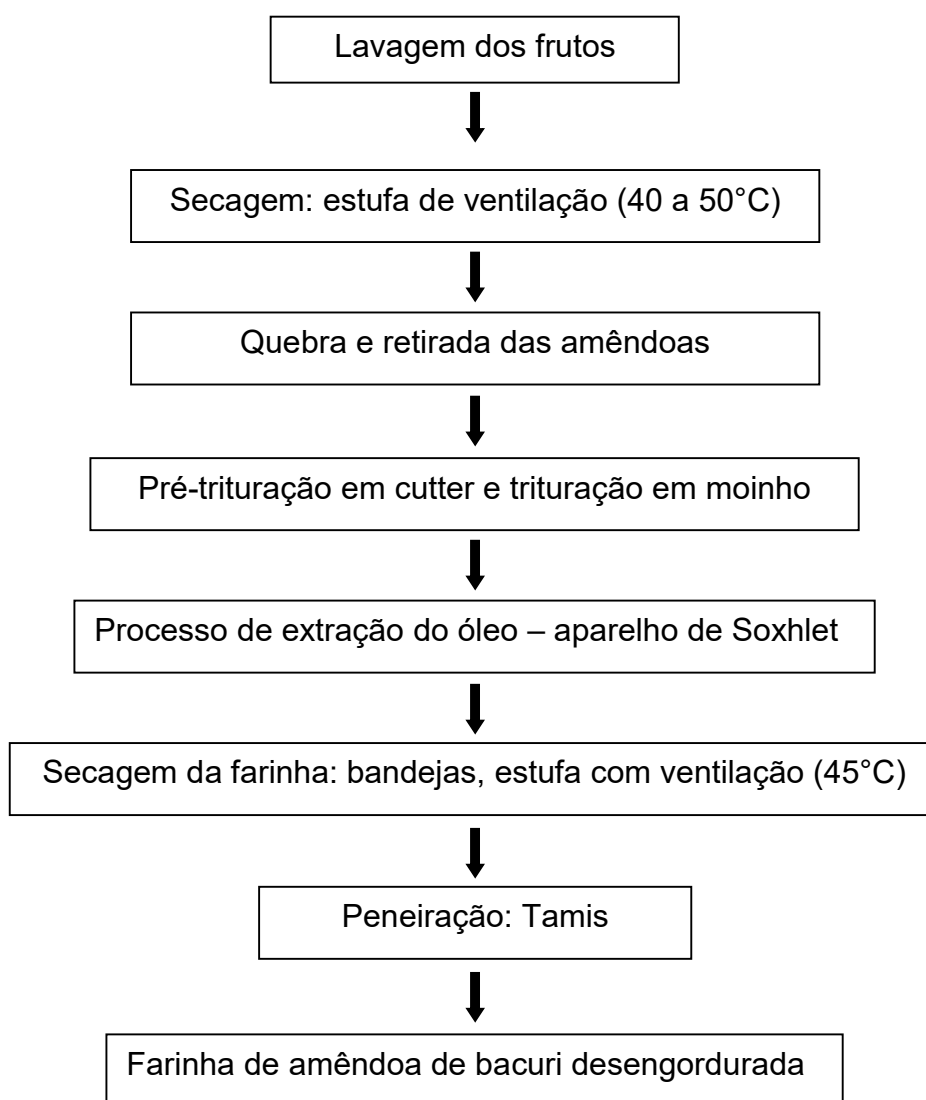


Figura 5. Fluxograma do preparo da farinha desengordurada da amêndoa de bacuri.



Figura 6. Processamento do fruto para obtenção da farinha de amêndoa de bacuri desengordurada.

Fonte: Própria da pesquisadora.

4.3 Protocolo experimental

Foram utilizados 40 ratos machos da linhagem Wistar, recém-desmamados (21 dias de idade) provenientes do Biotério Central da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). O experimento foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA da UFMS e aprovado com o protocolo nº 678/2015 (Anexo 1).

Durante todo o período de experimentação os animais foram mantidos em gaiolas coletivas, 3 a 4 animais por gaiola, sendo 2 gaiolas por grupo, mantidos sob condições de ciclo de luz controlado e invertido, 12h claro, 12h escuro (08:00h às 20:00h), permitindo a execução do treinamento durante o dia, e temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$.

O experimento teve duração de 28 dias de adaptação para que os animais chegassem a vida jovem e 56 dias (8 semanas) de protocolo com treinamento de força e intervenção das dietas.

Após o período de adaptação na sala de experimentação, os animais foram distribuídos em grupos sedentários e exercitados de acordo com desempenho físico no período de adaptação a escada, selecionando 20 animais nos grupos de exercitados e os demais como sedentários (Figura 7):

G1(DBS) - Dieta Bacuri Sedentário (n= 6).

G2 (DBE) - Dieta Bacuri Exercitado (n= 6).

G3 (DWS) - Dieta *Whey* Sedentário (n = 6).

G4 (DWE) - Dieta *Whey* Exercitado (n = 6).

G5 (DCS) - Dieta Comercial Sedentário (n = 8).

G6 (DCE) - Dieta Comercial Exercitado (n = 8).

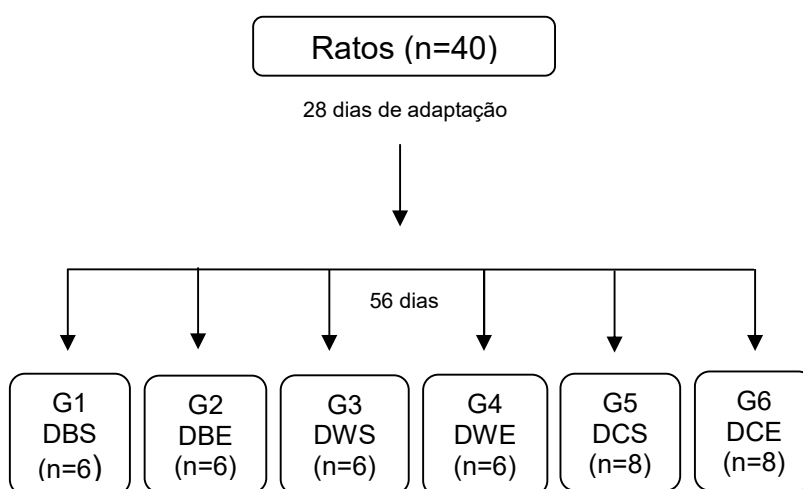


Figura 7. Delineamento dos grupos experimentais.

No período de 28 dias de adaptação todos os animais receberam água e ração comercial (Marca Nuvital®) por sistema de livre acesso. No início do protocolo de treinamento físico os animais foram tratados com rações previamente pesadas, em média 15g/animal/dia e que aumentou proporcionalmente ao crescimento dos mesmos.

Os animais foram pesados semanalmente e o controle da ingestão dietética monitorado três vezes por semana, assim como as sobras das rações fornecidas anteriormente, possibilitando a obtenção das quantidades de rações consumidas.

Protocolo de suplementação proteica

Todas as dietas utilizadas após o período de adaptação foram preparadas segundo as especificações da AIN-93 (REEVES, NIELSEN e FAHEY, 1993), exceto pela concentração de proteína, que foi mantida em 15% (normoproteica) e a fonte proteica utilizando farinha desengordurada da amêndoa de bacuri e/ou *whey protein* concentrado, em substituição à caseína, de acordo com os grupos experimentais (Figura 7). As composições das dietas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais, quantidades de ingredientes em g.1000g⁻¹.

Componentes	AIN-93*	Dieta bacuri	Dieta <i>whey protein</i>
Amido de milho	397,5	214,2	412,4
Caseína (85% de proteína)	200,0	-	-
Amido dextrinizado	132,0	132,0	132,0
Sacarose	100,0	91,3	88,8
Óleo de soja	70,0	70	56,1
Fibra (celulose)	50,0	-	50,0
Mistura mineral	35,0	35	35,0
Mistura vitamínica	10,0	10	10,0
L-cistina	3,0	3,0	3,0
Bitartarato de colina	2,5	2,5	2,5
Tert-butil-hidroquinona	0,014	0,014	0,014
Farinha de bacuri (36%, BSD**)	-	442,0	-
<i>Whey protein</i> (77,09%, BS***)	-	-	210,2

* Fonte: REEVES; NIELSEN e FAHEY (1993). **BSD: base seca desengordurada; ***BS: base seca.

Após a elaboração das dietas experimentais, as mesmas foram peletizadas e secas a 40-45°C em estufa com circulação e renovação de ar. Esse procedimento foi realizado para facilitar a sua administração aos animais, visto que são roedores e também pela dieta em pó apresentar maior desperdício (Figura 8).

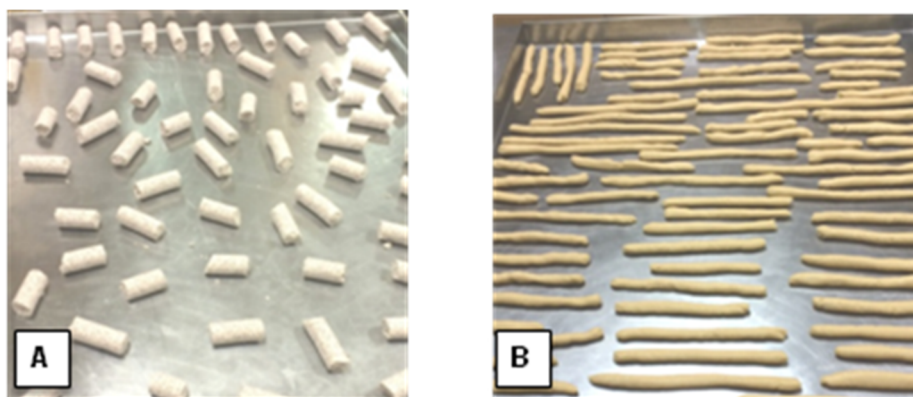


Figura 8. Dietas experimentais: A - Dieta Bacuri, B - Dieta *Whey protein*.

Fonte: Própria da pesquisadora

Protocolo de treinamento de força

O protocolo de treinamento de força foi realizado no modelo de escalada em escada adaptado de acordo com Hornberger e Farrar (2004). A escada apresentava medida de 110 cm de altura, 2 cm de espaço entre os degraus e 80 graus de inclinação (Figura 9).



Figura 9. Modelo de escada utilizado para o treinamento de força.

Fonte: Própria da pesquisadora.

Inicialmente os animais foram submetidos ao período de adaptação (5 dias) com a prática de exercício físico em escada, com uma carga de resistência fixada à cauda, que consistiu em uma sessão diária com carga

correspondente a 10% do peso corporal. O comprimento da escada permitia que o animal realizasse de 8 a 12 movimentos dinâmicos por escalada. Esse procedimento foi repetido até que os ratos voluntariamente subissem a escada por três vezes consecutivas sem incentivo algum. Na parte superior da escada, foi colocada uma caixa de alojamento (20 x 20 x 20cm), onde o animal permanecia em repouso por 120 segundos entre cada escalada.

O aparelho de carga consistiu de tubo Falcon de 50mL, onde uma pequena quantidade de carga de chumbo foi colocada e fixada com fita adesiva. O aparato foi fixado à cauda envolvendo a porção proximal com uma fita adesiva.

Teste de capacidade de carregamento máximo

Após a adaptação, os animais iniciaram um teste de carregamento máximo para estimar a carga máxima suportada. A primeira sessão constituiu de 4 a 8 escaladas na escada e a subida inicial foi realizada com uma carga equivalente a 75% do peso corporal do animal. Após a conclusão bem-sucedida desta carga, a cada nova escalada era adicionado um peso de 30 gramas ao aparelho de carga. Esse procedimento foi sucessivamente repetido até que um valor limite máximo de carga fosse alcançado, impedindo o rato de subir todo o comprimento da escada, ou de outra forma quando foram totalizadas as oito séries de escalada. A maior carga realizada com sucesso até o topo da escada foi considerada capacidade de carga máxima suportada pelo animal para essa sessão de treinamento (HORNBERGER e FARRAR, 2004).

Após o teste de carga máxima, as sessões de treinamento resistido foram constituídas de séries de quatro a oito escaladas. Durante as primeiras quatro repetições, os animais realizaram carregamento com cargas de 50%, 75%, 90% e 100% de sua capacidade de carga máxima, obtida no teste de exercício de resistência progressiva. Durante as escaladas seguintes, foram adicionadas 30 gramas de carga de forma progressiva, até o limite de oito repetições por sessão diária (HORNBERGER e FARRAR, 2004).

4.4 Métodos

4.4.1 Composição química das fontes proteicas e dietas experimentais

As análises foram realizadas no Laboratório de Físico-química da UTASP, sendo que nas amêndoas de bacuri realizou-se a composição centesimal obtendo-se os carboidratos por diferença, e no *whey protein* e nas dietas experimentais os resultados foram apresentados como composição química e os carboidratos avaliados pela metodologia abaixo especificada. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A composição foi determinada segundo metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A umidade das amostras foi determinada por dessecação (método gravimétrico) em estufa a 105°C até peso constante. As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas por gravimetria, através da incineração em mufla à 550°C. Os carboidratos foram determinados através de titulação com solução de Fehling. A proteína bruta foi avaliada pelo método de micro-Kjeldahl, multiplicando o conteúdo de nitrogênio total (porcentagem) pelo fator de conversão (6,25), conforme preconizado pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995). O extrato etéreo foi determinado através da extração contínua, em aparelho Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente.

A determinação de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar solúvel (FAS) e insolúvel (FAI) nas amêndoas foi realizada pelo método enzimático, segundo metodologia AOAC (Método 985.29) (1990). Para a obtenção da FAT e da FAI as amostras foram submetidas a tratamentos com as enzimas alfa-amilase (Termamyl®), protease (Alcalase®) e aminoglicosidase (AMG®). A fibra alimentar solúvel foi obtida por diferença entre a FAT e FAI.

O valor calórico total das dietas experimentais foi determinado conforme Atwater e Woods (1896), considerando os seguintes valores: lipídios 9,0 kcal/g, proteínas 4,0 kcal/g e carboidratos 4,0 kcal/g.

4.4.2 Ingestão Energética e Eficiência Alimentar

A ingestão de energia (IE) (kcal/dia) e a eficiência alimentar (%) foram calculadas de acordo com as equações propostas por Novelli et al. (2007).

Equação 1. Cálculo da Ingestão de Energia (IE) (kcal/dia)

$$IE \text{ (kcal/dia)} = \text{consumo alimentar médio (g)} \times \text{valor energético (kcal)}$$

Equação 2. Cálculo da Eficiência Alimentar (%)

$$EA \text{ (\%)} = \frac{\text{média de ganho de peso corporal (g)}}{\text{ingestão de energia (kcal)}} \times 100$$

4.4.3 Composição corporal

Todos os animais foram pesados semanalmente para o controle do ganho de peso.

As medidas dos animais foram realizadas no início e no final do experimento, sendo o comprimento mensurado entre a distância do focinho e a base da cauda; a circunferência torácica medida logo após a pata dianteira e abdominal aferida na parte anterior ao ante pé (NOVELLI et al., 2007).

Através desses dados foram calculados o Índice de Lee e Índice de Massa Corporal (g/cm²), de acordo com as equações propostas por Novelli et al. (2007).

Equação 3. Índice de Lee (IL)

$$IL = \frac{\text{Raiz quadrada do peso corporal (g)}}{\text{Comprimento (cm) (focinho ao ânus)}}$$

Equação 4. Índice de Massa Corporal (g/cm²)

$$IMC \text{ (g/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Peso corporal (g)}}{\text{Altura}^2 \text{ (cm)}}$$

Após a eutanásia, os sítios de gorduras (omental, perirenal, epididimal, mesentérica e peritoneal) de cada animal foram removidos e pesados em balança semi-analítica da marca Beldiagnostica® para posterior comparação entre os grupos.

Equação 5. Índice de Adiposidade (%) (NASCIMENTO et al., 2011)

$$IA (\%) = \frac{\text{Peso gordura corporal total (g)}}{\text{Peso corporal final (g)}} \times 100$$

As carcaças dos animais foram descartadas em locais adequados de acordo com orientação de técnicos especializados do Biotério da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

4.4.4 Análises bioquímicas

A coleta de sangue foi realizada no início do experimento no período de adaptação via retro orbital, onde os animais foram anestesiados com Ketamina® (80mg/kg) e Xilasina® (10mg/kg), após jejum prévio de 6 a 8 horas.

Ao final do período experimental de oito semanas de treinamento, os animais foram mantidos em repouso por 48 horas após a última sessão de exercícios e eutanasiados com jejum prévio de 8 horas. No momento da eutanásia os animais foram anestesiados com isoflurano, pesados, realizadas as medidas de circunferência torácica e abdominal, e o sangue coletado por punção sanguínea através da veia porta hepática, sendo confirmada a morte dos animais por exsanguinação.

As amostras de sangue foram armazenadas em tubos sem anticoagulante, centrifugadas (Centrifuga FANEM modelo 206/1) a 10.000 rpm por 15 minutos e o soro congelado para posteriores dosagens de glicemia sérica, colesterol total e frações (HDL e LDL), triglicerídeos séricos. Todas essas determinações foram mensuradas por kits colorimétricos das marcas Labtest Diagnóstica S.A. e Gold Analisa Diagnóstica, disponíveis

comercialmente, e realizadas no Laboratório de Análises Clínicas (LAC) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFMS.

4.4.5 Avaliação da proteína muscular

Para avaliação da proteína muscular, no momento da eutanásia foram retirados os músculos gastrocnêmio direito dos animais, pesados, congelados em nitrogênio líquido em tubos criogênicos de 1,5mL e armazenado em freezer a -80°C (Indrel Ultra Freezer®) para posterior determinação dos teores de proteína total (GILES e MEYER, 1965).

Quantificação de proteínas

No momento da análise uma parte de cada amostra do músculo foi descongelada e pesada (3 a 5mg). Em seguida o tecido foi homogeneizado em 1mL de tampão PBS mantido em banho com gelo, utilizando-se um homogeneizador de tecido. O homogenato foi centrifugado por 15 min, a 3000 rpm em centrífuga refrigerada (4°C) da marca HITACHI®. O sobrenadante foi retirado para quantificação de proteínas totais através do método proposto por Bradford (BRADFORD, 1976). Os valores de absorbância foram analisados no leitor (Multiskan GO – *Thermo Scientific*), utilizando uma placa de 96 poços. As concentrações de proteínas totais foram apresentadas em mg/g de tecido muscular. Após a dosagem de proteínas as amostras foram estocadas a -80°C até serem utilizadas para os experimentos da eletroforese.

O método proposto por Bradford é uma técnica para determinação de proteínas totais que utiliza o corante de *Coomassie brilliant blue* (BG-250). Esse corante interage com macromoléculas de proteínas que contém aminoácidos de cadeias laterais básicas ou aromáticas, provocando o deslocamento do equilíbrio do corante para a forma aniônica, que absorve fortemente em 595nm (ZAIA, ZAIA e LICHTIG, 1998). Este método é rápido e sensível havendo pouca ou nenhuma interferência a partir de cátions tais como, sódio ou potássio e também a partir de hidratos de carbono tal como a sacarose (BRADFORD, 1976).

Eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS

A separação de proteínas pelo método SDS-PAGE consiste na migração de proteínas em uma matriz em gel de poliacrilamida, induzida por diferença de potencial elétrico. Esse processo permite a separação de várias proteínas da amostra por massa molecular, sendo que as menores ficarão retidas na parte inferior do gel e as maiores, na parte superior. Para a determinação da massa da proteína, aplica-se uma amostra contendo uma mistura de proteínas com massas conhecidas (marcadores de peso molecular) no mesmo gel.

A eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS (PAGE-SDS) foi realizada seguindo-se a metodologia descrita por Laemmli (1970). As placas de poliacrilamida foram feitas de modo descontínuo: apresentam um gel de concentração de 5 % e um gel de corrida de 12,5 %. As placas foram preparadas utilizando-se uma solução de acrilamida estoque. O gel de concentração 5 % é preparado utilizando-se o tampão Tris-HCl 0,5 M, pH 6,8 e o gel de corrida e feito com tampão Tris-HCl 1,5 M, pH 8,8. Em ambos os géis são acrescentados 0,1 % (v/v) de SDS 20 %. A PAGE-SDS foi realizada em um sistema duplo de mini placas SE 250 Mighty Small II (GE Healthcare).

As amostras e os marcadores de massa molecular foram dissolvidos em tampão de amostra (Tris-HCl, 0,075 M, pH 6,8; 10 % de glicerol; 4 % de SDS; 0,001 % de azul de bromofenol). O marcador utilizado foi da marca *GE Healthcare Amersham High-Range Rainbow Molecular Weight/Marques* – Padrão 12 a 225 kDa). Foram selecionadas 3 amostras de cada grupo através dos resultados obtidos na análise de Bradford, as quais foram anteriormente estocadas a -80°C após a quantificação de proteínas. Em cada corrida, foram utilizados 1,5µL dessas soluções por poço. As proteínas utilizadas como marcadores de peso molecular foram: (225 kDa), (76 kDa), (52 kDa), (38 kDa) e (31 kDa). A corrida eletroforética foi realizada com 120V. Os géis foram corados com coloração de nitrato de prata e então fotografados com *ChemIDoc-It² Imager (UVP)* e a detecção dos poços foi realizada com o programa de revelação *Vision Works LS*. (Figura 10).

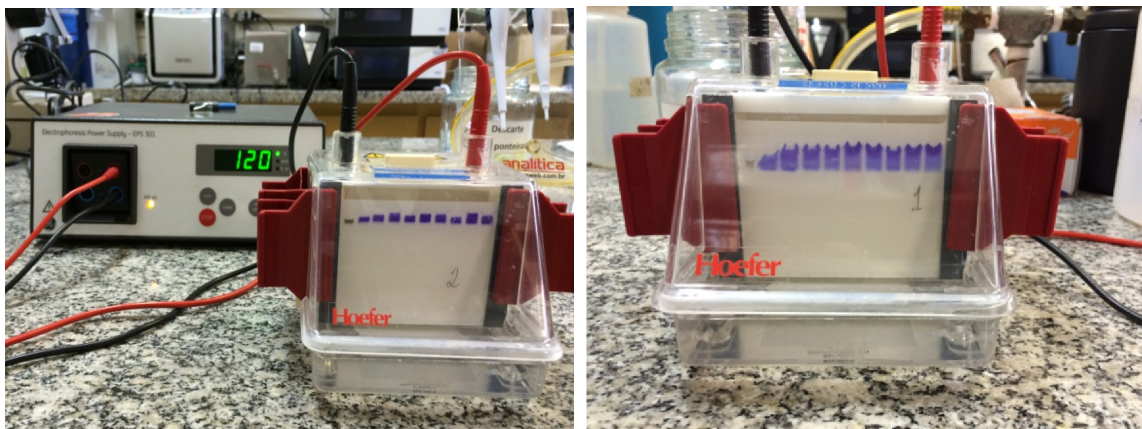


Figura 10. Eletroforese em gel de poliacrilamida das proteínas.

Fonte: Própria da pesquisadora.

4.4.6 Avaliação do desempenho físico

A avaliação do desempenho físico dos animais durante o experimento foi realizada através dos valores das cargas máximas médias obtidos nos testes de carregamento máximo para os animais exercitados, utilizando os dados obtidos no início e ao final da 8ª semana.

4.5 Análise Estatística

Os dados estatísticos da composição da amêndoa do bacuri, do *whey protein*, das dietas experimentais, o consumo médio das dietas, ganho de peso, composição corporal inicial e final (comprimento, circunferência torácica e abdominal, Índice de Lee, IMC), sítios de gorduras e Índice de Adiposidade, foram organizados e analisados utilizando o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 18.0. Os resultados do experimento *in vivo* foram submetidos à análise de variância ANOVA, sendo utilizado o posthoc de Tukey para confronto das médias, considerando um nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Para ingestão energética, glicose plasmática, colesterol, LDL, HDL, Não-HDL, VLDL, triglicerídeos e quantificação de proteína no músculo gastrocnêmio, os dados foram expressos em média e desvio padrão. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. A

normalidade foi verificada após identificação e correção de *outliers* (quando necessária). Análise de variância (ANOVA) *one way* foi utilizada com post hoc de Bonferroni. O teste t de Student foi utilizado quando necessário. Foi adotado o valor de $p < 0,05$ como nível de significância. Todos os dados foram tratados e analisados utilizando o programa estatístico Prisma 5 para Mac.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento do consumo de alimentos de origem vegetal influencia positivamente na saúde, e a busca por alimentos que oferecem benefícios tem sido alvo de muitos estudos científicos. Assim, pesquisas com frutos nativos como o bacuri, que é uma palmeira amplamente distribuída no estado de Mato Grosso do Sul, vem cada vez mais se tornando importante sob o ponto de vista nutricional em função dos elevados teores de lipídios, proteínas e de fibras encontrados na amêndoa desse fruto (DAMASCENO JUNIOR e SOUZA, 2010; LIMA e SILVA et al., 2014).

5.1 Composição química das fontes proteicas e dietas experimentais

A Tabela 3 representa a composição da farinha integral da amêndoa do bacuri ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), destacando-se como os componentes mais abundantes, em base seca, os lipídios (63,96%), fibra alimentar total (19,12%) e proteínas (12,98%). Com a extração dos lipídios da amostra integral resultou uma farinha com alto teor de proteínas (36%) e fibras (55%).

Tabela 3. Composição química da farinha da amêndoa de bacuri (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.) integral, expressa em base úmida, seca e desengordurada ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Componentes	BU	BS	BSD
Umidade	4,91 $\pm$ 0,21	--	--
Cinzas (RMF)	1,97 $\pm$ 0,04	2,05	5,642
Lipídios	61,36 $\pm$ 0,52	63,96	0,00
Proteínas	12,45 $\pm$ 0,28	12,98	36,00
Carboidratos totais (diferença)	1,13 $\pm$ 0,48	1,89	3,30
Fibra Alimentar Total (FAT)	18,18 $\pm$ 0,22	19,12	55,06
Fibra Alimentar Insolúvel (FAI)	15,56	16,36	47,09
Fibra Alimentar Solúvel (FAS)	2,62	2,76	7,97

Valores médios das determinações em triplicata $\pm$ Desvio Padrão da Média. BU = base úmida, BS = base seca, BSD = Base seca desengordurada, RMF = Resíduo mineral fixo.

Os resultados da composição proteica da farinha integral da amêndoa do bacuri foram próximos ao encontrado por Lima e Silva et al. (2014) (35,95%) na própria amêndoa do bacuri e Hiane et al. (2006) na amêndoa de bocaiuva (41,34%) e superior ao encontrado por Togashi e Sgarbieri (1995) na semente de baru (29,6%).

A composição química evidenciou elevados teores de fibra alimentar total (55,06% em base desengordurada seca), superior ao encontrado por Moraes et al. (2010) na farinha de linhaça crua (29,14%) e farinha submetida ao tratamento térmico (29,83%), e também ao verificado por Carraza, Ávila e Cruz (2010) na amêndoa de baru (13,4%) e por Silva et al. (2006) no grão de soja (9,13%).

A presença de fibras nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, já que estudos epidemiológicos indicam uma relação inversa entre a ingestão de fibras e algumas formas de câncer, problemas cardiovasculares, diverticulite, apendicite, cálculos biliares, varizes, diabetes e hemorroidas (DEVRIES, 2009).

Na Tabela 4, o *whey protein* utilizado como fonte proteica animal apresentou como principais componentes a proteína, 71,37 e 77,09% e, 6,63 e 7,16% de lipídios, em base úmida e seca respectivamente.

Tabela 4. Composição química do *whey protein* concentrado, expressa em base úmida e seca ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Componentes	Whey Protein	
	BU	BS
Umidade	7,42 $\pm$ 0,065	--
Cinzas (RMF)	2,92 $\pm$ 0,102	3,15
Lipídios	6,63 $\pm$ 1,36	7,16
Proteínas	71,37 $\pm$ 0,80	77,09
Sacarose	5,32*	5,75

Valores médios das determinações em triplicata $\pm$ Desvio Padrão da Média. BU = base úmida, BS = base seca, RMF = Resíduo mineral fixo. *Determinado em lactose e transformado em sacarose.

Embora o valor de proteína encontrado tenha sido inferior ao declarado no rótulo do fabricante do produto (80% em base úmida) o mesmo pode ser caracterizado como um concentrado proteico, pois segundo Carrilho (2013), entre as proteínas do leite presentes no mercado as concentradas possuem de 25% a 89% e os isolados proteicos contêm entre 90% a 95% de proteína. Segundo pesquisa realizada por Oliveira et al. (2015) sobre análise centesimal e comparativa de suplementos de whey protein concentrados adquiridos no mercado, os autores verificaram grande divergência entre os valores declarados nos rótulos e os resultados das análises laboratoriais, em especial no valor proteico.

As composições químicas das dietas experimentais estão representadas na Tabela 5.

Tabela 5. Composição química das dietas experimentais em g.100g⁻¹ de amostra integral.

Componentes	Dieta comercial	Dieta Whey protein	Dieta bacuri	p-valor
Umidade	10,83 ± 0,03 ^b	10,11 ± 0,07 ^c	12,48 ± 0,33 ^a	0,0001
Cinzas	6,92 ± 0,07 ^a	2,85 ± 0,08 ^c	3,92 ± 0,02 ^b	
Lipídios	5,06 ± 0,03 ^b	5,18 ± 0,09 ^b	9,20 ± 0,11 ^a	
Proteínas	20,46 ± 0,45 ^a	14,13 ± 0,03 ^b	12,40 ± 0,22 ^c	
Carboidratos	22,85 ± 0,44 ^c	29,93 ± 0,21 ^a	25,79 ± 0,81 ^b	-
VCT (kcal/100g)	229,90	222,86	235,56	

Valores médios das determinações em triplicata ± Desvio Padrão da Média. VCT: Valor Calórico Total. Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Post Hoc de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao avaliar a composição química das dietas experimentais (Tabela 5) observa-se que as três dietas diferiram significativamente entre si em todos os componentes (p=0,0001). Para os macronutrientes a dieta bacuri apresentou maior teor de lipídios (9,20%) e a dieta *whey protein* maior quantidade de carboidratos (29,93%) em relação às demais.

Quanto ao teor proteico, principal foco do estudo, a dieta *whey protein* apresentou 14,13% de proteína, próximo ao planejado (15%), enquanto que a dieta bacuri apresentou 12,40%, ambas inferiores ao teor proteico da dieta comercial, que se mostrou com teor de proteínas de 20,46g/100g, o qual foi

inferior ao declarado pelo fabricante em sua embalagem (22,2g de proteína bruta/100g) e superior ao recomendado pela AIN93 (REEVES, NIELSEN e FAHEY, 1993).

Embora os valores da composição das dietas tenham se mostrado diferentes estatisticamente com relação aos macronutrientes, os resultados do valor calórico total (VCT) das mesmas foram próximos.

5.2 Consumo das dietas, ingestão energética e eficiência alimentar

Na Tabela 6 encontram-se os resultados do consumo médio de dieta durante o protocolo de suplementação proteica.

Tabela 6. Consumo médio da dieta por animal ao longo do período de intervenção nutricional e ao treinamento de força.

Grupos	Consumo da dieta por animal (g)	p-valor
G1 (Bacuri sedentário, n=6)	1202,00 ± 21,00 ^{ac}	0,0001
G2 (Bacuri exercitado, n=6)	1175,65 ± 9,35 ^{bc}	
G3 (<i>Whey protein</i> sedentário, n=6)	1052,33 ± 6,67 ^d	
G4 (<i>Whey protein</i> exercitado, n=6)	957,50 ± 14,17 ^e	
G5 (Comercial sedentário, n=8)	1263,58 ± 11,08 ^a	
G6 (Comercial exercitado, n=8)	1242,50 ± 5,75 ^{ab}	

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média). *Teste de variância oneway ANOVA. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo Post Hoc de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados de consumo médio da dieta por animal (Tabela 6) mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos alimentados com dieta bacuri G1 e G2 ($p=0,679$) e entre os grupos que receberam dieta comercial G5 e G6 ($p=0,825$), assim como entre G1 e G5 ($p=0,084$) e G2 e G6 ($p=0,061$). Verificou-se consumo significativamente inferior para os grupos que receberam fonte proteica animal (G3 e G4) ($p=0,0001$) em relação aos demais grupos (G1, G2, G5 e G6).

O menor consumo observado em animais dos grupos alimentados com dietas preparadas com *whey protein* pode indicar uma maior saciedade de

forma mais precoce, pois segundo Melo e Bordonal (2009) essa é uma característica proporcionada por concentrados proteicos, tida como um dos efeitos fisiológicos positivos sobre o controle de taxas metabólicas, sendo explicado pela potencial ação dos peptídeos e aminoácidos dessas proteínas sobre a liberação de hormônios intestinais que regulam a saciedade (SOUSA et al., 2012).

O *whey protein* tem sido reconhecido pela sua capacidade de regular a glicose no sangue e manter o peso corporal através do aumento da saciedade e da consequente redução da ingestão de alimentos; assim como o rápido aumento de aminoácidos que estimulam hormônios gastrointestinais, como a colecistoquinina (CCK), e também pela presença de glicomacropéptídeos (GMP) que influenciam as funções gastrointestinais pela inibição da secreção gástrica (TERADA et al., 2009).

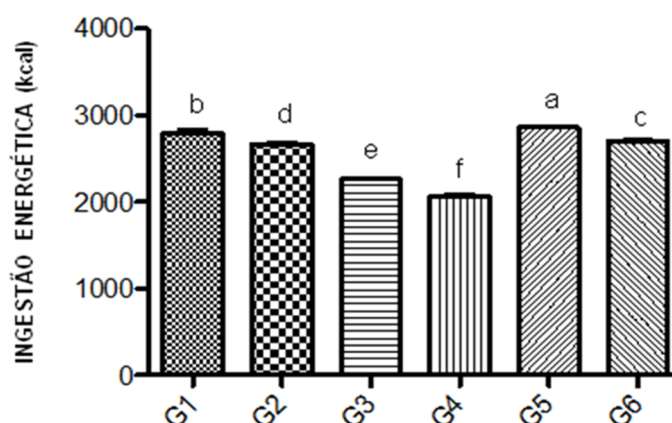


Figura 11. Ingestão Energética (kcal) representada por médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) dos grupos experimentais submetidos à dieta com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Letras minúsculas comparam as médias entre os grupos. Letras diferentes diferem entre si pelo Teste de variância ANOVA seguido por Post Hoc de Bonferroni ($p < 0,0001$).

Na Figura 11 apresentam-se os resultados dos valores médios da ingestão energética dos grupos experimentais submetidos à dieta com bacuri e *whey protein* e ao treinamento de força durante o período de suplementação proteica. Verificou-se diferença significativa entre todos eles ($p=0,0001$). Observou-se também, que os grupos sedentários obtiveram maior consumo energético ao se comparar com seu respectivo grupo exercitado (G1 vs G2; G3 vs G4; G5 vs G6).

A eficiência alimentar é representada pela relação entre o ganho de peso e a ingestão energética, seus resultados médios estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Eficiência Alimentar (%) dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força.

Grupos	Eficiência Alimentar (%)	<i>p</i> -valor
G1 (Bacuri sedentário, n=6)	4,23 ± 0,43 ^{bc}	0,009
G2 (Bacuri exercitado, n=6)	4,39 ± 0,14 ^{bc}	
G3 (<i>Whey protein</i> sedentário, n=6)	6,50 ± 0,23 ^a	
G4 (<i>Whey protein</i> exercitado, n=6)	5,89 ± 0,55 ^{ab}	
G5 (Comercial sedentário, n=8)	4,35 ± 0,86 ^{bc}	
G6 (Comercial exercitado, n=8)	3,67 ± 0,52 ^c	

Médias ± DPM (Desvio Padrão da Média). *Teste de variância ANOVA. Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si pelo Post Hoc de Tukey a 5% de probabilidade.

O grupo de animais que recebeu dieta comercial e foram exercitados apresentou menor eficiência alimentar (3,67%) quando comparado aos grupos que receberam *whey protein*, por outro lado o G3 (*whey protein* sedentário) apresentou uma maior eficiência alimentar (6,50%), diferindo dos demais grupos (bacuri e comercial).

Esses resultados indicam uma relação inversa entre a eficiência e o consumo alimentar, pois os grupos que apresentaram maior eficiência (G3 e G4) tiveram menor consumo médio de dietas e consequentemente menor ingestão energética, entretanto G3 e G4 obtiveram os maiores ganhos de peso, evidenciando que as proteínas de origem animal apresentam excelente perfil aminoacídico, refletindo no seu alto valor biológico e, por conseguinte na eficiência alimentar.

Os resultados supracitados corroboram com o estudo de Moraes et al. (2010), onde foram avaliadas a qualidade proteica e a concentração de compostos fenólicos e de fibra alimentar em farinhas integrais de linhaça, o ganho de peso dos animais e o coeficiente de eficiência alimentar foram menores nos animais alimentados com dietas contendo linhaça (34,67g; 0,23%), em comparação a caseína (52,33g; 0,31%). Os autores apontam que as diferenças no perfil de aminoácidos e compostos antinutricionais de proteínas de origem animal em relação às de origem vegetal podem explicar as distinções entre os resultados.

5.3 Composição corporal

As médias dos resultados do peso corporal inicial e final, e o ganho de peso dos grupos experimentais estão apresentados na Tabela 8.

Verificou-se que todos os grupos tiveram aumento de peso ao longo experimento, conforme o esperado e, que a prática do exercício induziu uma alteração com redução no peso final.

Comparando-se o ganho de peso dos grupos que receberam a mesma fonte proteica, nota-se que entre os grupos G1 e G2 não houve diferença estatística entre sedentários e os exercitados ($p=1,00$), o mesmo foi observado entre G3 e G4 ($p=0,101$) apesar de mostrar uma tendência de menor peso no grupo exercitado. Entretanto, nos grupos G5 e G6 houve diferença significativa ($p=0,027$) indicando a eficiência dos exercícios sobre o ganho de peso, que se apresentou menor no grupo exercitado.

Porém quando comparados todos os grupos, independente da fonte proteica e treinamento, o G3 obteve ganho de peso significativamente maior 147,33g, diferindo dos grupos G1 (118,50g) ($p=0,048$), G2 (117,00g) ($p=0,033$) e G6 (99,25g) ($p=0,0001$) (Tabela 8).

Observou-se neste estudo que os grupos alimentados com as dietas a base de bacuri e comercial apresentaram um menor ganho de peso em relação aos grupos que receberam dieta com *whey protein*, mesmo com o consumo mais elevado de ração.

Tabela 8. Avaliação do peso corporal inicial, final e ganho de peso dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força.

Variáveis	G1	G2	G3	G4	G5	G6	<i>p</i> -valor
Peso inicial (g)	218,83±6,36	209,83±12,41	225,33±6,30	217,00±6,781	211,14±9,88	217,50±2,34	0,771
Peso final (g)	337,33±10,22 ^{ab}	326,83±15,03 ^b	372,67±8,90 ^a	338,67±13,18 ^{ab}	338,29±4,90 ^{ab}	316,75±5,90 ^b	0,009
Ganho de peso (g)	118,50±4,76 ^{bc}	117,00±3,70 ^{bc}	147,33±4,04 ^a	121,67±7,70 ^{abc}	127,14±9,44 ^{ab}	99,25±5,73 ^c	0,0001

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média). Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (G1-G4) (n=6), G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário, n=8) e G6 (controle exercitado, n=8).

A literatura evidencia que as variadas fontes proteicas apresentam características específicas e promovem respostas metabólicas diferentes no organismo quando comparadas ao *whey protein*. Por exemplo, a proteína do arroz contém uma menor quantidade de leucina, o que teoricamente diminuiria o efeito ao estímulo de síntese proteica (JOY et al., 2013). Nesse sentido, o resultado da presente pesquisa pode estar relacionado com menor ganho de peso nos grupos que receberam fonte proteica vegetal bacuri, uma vez que o mesmo possui em sua composição de aminoácidos (apresentada na Tabela 1) uma menor quantidade de leucina ao se comparar com a composição desse aminoácido presente no *whey protein*, podendo refletir na massa magra e gorda dos animais.

Em outro estudo como o de Santos et al. (2016), que avaliaram o efeito da suplementação com *whey* e leucina sobre a função renal, os autores também observaram menor consumo alimentar nos grupos que receberam *whey protein*, corroborando com os dados do presente trabalho. Entretanto, divergem nos resultados de ganho de peso, que foi maior na presente pesquisa justamente nos grupos suplementados com *whey protein*, ocorrendo o contrário no estudo de Santos e colaboradores.

O efeito da proteína do *champignon* do Brasil (*Agaricus brasiliensis*) foi pesquisado em ratos, comparando com um grupo controle (caseína) e outro grupo de baixo teor proteico, os autores verificaram menor peso corporal no grupo alimentado com proteína vegetal quando comparado ao controle (HENRIQUES, SIMEONE e AMAZONAS, 2008), corroborando com os achados da presente pesquisa. Machado et al. (2014) avaliaram os efeitos da suplementação de quinoa crua e torrada no perfil metabólico dos ratos Wistar, encontrando menor ganho de peso dos grupos tratados com quinoa em relação ao grupo controle com dieta comercial da marca Purina®.

SHONS et al. (2009) que tiveram como objetivo avaliar a eficiência proteica da lentilha no desenvolvimento de ratos Wistar, constataram que o grupo controle (caseína) apresentou maior ganho de peso comparado ao grupo que recebeu lentilha.

Segundo Souza, Palmeira e Palmeira (2015), vários fatores nutricionais devem ser considerados essenciais durante o processo de ganho de massa muscular, como a quantidade mínima e o tipo de proteína ingerida e de calorias. Com relação ao tipo de proteína ingerida, alguns estudos mostram

diferentes respostas metabólicas e endócrinas, como o *whey protein*, que é considerado superior a outras fontes proteicas como caseína, soja e arroz em alguns aspectos, a saber: no aumento ao estímulo a síntese proteica, na quantidade de aminoácidos de cadeia ramificada, no perfil de aminoácidos, e no aumento da resposta de testosterona (JOY et al., 2013, KRAEMER et al., 2013).

Em relação ao treinamento, pesquisa realizada por Rodrigues, Borin e Silva (2016), empregando protocolo de exercício de treinamento resistido em escada semelhante ao dessa pesquisa, utilizaram dois grupos, o controle sedentário e exercitado, ambos recebendo o mesmo tipo de ração, os autores observaram que o grupo exercitado obteve menor peso em relação ao controle sedentário.

No presente estudo os grupos alimentados com a proteína vegetal também tiveram menor ganho de peso, assim como o grupo controle exercitado que teve seu ganho reduzido provavelmente pelo efeito do exercício resistido. Hipóteses relacionadas com esse efeito seria a qualidade da proteína ingerida pelo organismo e a composição das dietas utilizadas, pois embora as quantidades de fibra totais, não tenham sido determinadas, sabe-se que a farinha desengordurada utilizada na dieta bacuri apresentou alto teor de fibras totais, que podem interferir na digestão e absorção de nutrientes, entre eles as proteínas, bem como, influenciar no ganho de peso.

A Tabela 9 apresenta os resultados médios da avaliação da composição corporal inicial e final dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força.

Os resultados da composição corporal inicial mostraram diferença significativa nas variáveis de circunferência torácica onde o G2 (bacuri exercitado) diferiu do G3 *whey protein* sedentário ($p=0,0001$), G5 controle sedentário ($p=0,0001$) e G6 controle exercitado ($p=0,044$), apresentando menor valor (3,37cm), e na circunferência abdominal o grupo G2 diferiu somente do G3 ($p=0,027$), não havendo diferença nas demais variáveis ($p>0,05$).

Tabela 9. Avaliação da composição corporal inicial e final dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força.

Variáveis	G1	G2	G3	G4	G5	G6	p-valor
Composição inicial							
Comprimento (cm)	13,67±0,33	13,83±0,31	14,50±0,43	14,17±0,31	14,00±0,22	13,75±0,16	0,384
CT (cm)	3,80±0,10 ^{ab}	3,37±0,16 ^b	4,28±0,13 ^a	3,92±0,15 ^{ab}	4,24±0,16 ^a	3,91±0,06 ^a	0,0001
CA (cm)	3,97±0,19 ^{ab}	3,85±0,25 ^b	4,67±0,08 ^a	4,08±0,21 ^{ab}	4,39±0,20 ^{ab}	3,98±0,03 ^{ab}	0,017
Índice de Lee (g/cm)	0,63±0,023	0,59±0,018	0,59±0,009	0,59±0,011	0,59±0,014	0,60±0,011	0,448
IMC (g/cm ²)	0,40±0,028	0,30±0,036	0,35±0,010	0,35±0,013	0,35±0,016	0,36±0,013	0,112
Composição final							
Comprimento (cm)	22,67±0,21 ^b	22,67±0,21 ^b	24,33±0,21 ^a	23,17±0,31 ^{ab}	22,57±0,43 ^b	23,25±0,25 ^{ab}	0,002
CT (cm)	11,83±1,19 ^b	14,70±0,32 ^a	16,05±0,22 ^a	15,33±0,25 ^a	14,86±0,24 ^a	14,44±0,24 ^a	0,0001
CA (cm)	14,15±0,99 ^b	17,47±0,59 ^a	16,70±0,14 ^a	16,92±0,20 ^a	16,64±0,42 ^a	16,37±0,28 ^a	0,002
Índice de Lee (g/cm)	0,80±0,018 ^a	0,78±0,014 ^{ab}	0,78±0,003 ^{ab}	0,78±0,010 ^{ab}	0,80±0,013 ^{ab}	0,75±0,01 ^b	0,040
ÍMC (g/cm ²)	0,65±0,028 ^a	0,61±0,023 ^{ab}	0,61±0,005 ^{ab}	0,61±0,015 ^{ab}	0,64±0,021 ^{ab}	0,57±0,011 ^b	0,043

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média). CT = Circunferência torácica; CA = Circunferência abdominal; IMC=Índice de massa corporal. Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Post Hoc teste de Tukey a 5% de probabilidade. (G1-G4) (n=6), sendo G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário, n=8) e G6 (controle exercitado, n=8).

Na composição corporal final observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) em todas as variáveis (comprimento, circunferência torácica e abdominal, Índice de Lee e IMC) Os resultados mostraram que o comprimento dos animais foi significativamente maior no grupo G3 *whey protein* sedentário em relação ao G1 bacuri sedentário, G2 bacuri exercitado e G5 controle sedentário, indicando que a proteína de origem animal foi mais eficiente para promover o crescimento em relação à proteína de origem vegetal. Nas circunferências torácica e abdominal o grupo G1 apresentou menores valores (11,83cm e 14,15cm, respectivamente) diferindo dos demais grupos ($p < 0,05$). Em relação aos Índices de Lee e de massa corporal, o G6 foi significativamente inferior em relação ao G1 ($p = 0,034$ e $p = 0,035$ respectivamente), indicando que o exercício pode ter influenciado na redução da massa corporal no grupo controle exercitado (G6).

Embora em alguns grupos os resultados não tenham apresentado diferença significativa, numericamente as variáveis da composição final para o Índice de Lee e Massa Corporal mostraram-se reduzidos nos grupos suplementados com proteína de origem vegetal exercitados (G2) em comparação aos sedentários (G1).

Ao se comparar as variáveis de composição corporal pré e pós 8 semanas de suplementação proteica e treinamento resistido verificou-se um aumento significativo ($p = 0,0001$) ao longo do tempo para todos os parâmetros.

Bernardis e Patterson (1968) citam que valores de Índice de Lee maior que 0,3 pode ser usado como indicador do excesso de gordura corporal em ratas adultas. No entanto, nesse trabalho todos os grupos iniciaram o protocolo de treinamento e suplementação proteica com valores próximos a 0,59 aumentando para 0,8. Para Angélico et al. (2012), o IMC pode estimar de forma confiável a gordura corporal em rato, sendo diretamente proporcional ao seu crescimento, já o Índice de Lee é considerado menos sensível, pois animais com elevada quantidade de massa muscular podem apresentar elevado índice mesmo que a gordura corporal não seja excessiva (NOVELLI et al., 2007; NERY et al., 2011). Entretanto, na presente pesquisa os resultados não evidenciaram grandes diferenças nesses parâmetros e não refletiram alterações substanciais na gordura total entre os grupos avaliados (Tabela 10).

Nesta pesquisa, os valores de IMC variaram entre 0,30 a 0,40 g/cm² (idade de 43 dias) e após oito semanas de treinamento de força em escadas

(idade de 100 dias) de 0,57 a 0,65 g/cm², os quais encontram-se dentro da faixa de valores citadas por Novelli et al. (2007), em ratos de até 90 dias de idades (0,45 para 0,68 g/cm²), mantendo-se constantes até 150 dias.

A Tabela 10 apresenta os resultados médios dos sítios de gordura, gordura total e índice de adiposidade.

Os resultados médios não diferiram estatisticamente entre os grupos experimentais estudados ($p > 0,05$). No entanto, observou-se uma tendência para o grupo G6 (comercial exercitado) de menor percentual de gordura corporal total (12,30%) e para os grupos G3 e G4 (*whey protein* sedentário e exercitado) maiores valores (17,45% e 18,10% respectivamente) em relação aos demais grupos. Essa maior tendência de gordura corporal total dos grupos alimentados com *whey protein* pode estar associada ao maior ganho de peso observado nos mesmos.

Nascimento et al. (2011) induziram a ingestão de dieta rica em gordura durante 30 semanas e compararam com um grupo controle de peso normal, ambos sem exercícios, e verificaram que o índice de adiposidade (%) variou de $4,28 \pm 1,65\%$ (grupo controle) a $5,96 \pm 1,54\%$ (grupo de ratos obesos). Na presente pesquisa não houve diferença significativa no índice de adiposidade entre os grupos experimentais (variação de $3,89 \pm 0,30\%$ a $5,28 \pm 0,46\%$), podendo-se apenas observar uma tendência de valores maiores para os grupos que receberam *whey protein* em relação aos grupos que receberam bacuri, mesmo essa dieta contendo maior teor lipídico.

Tabela 10. Peso dos sítios de gordura corporal dos grupos experimentais submetidos às dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força.

Sítios de Gordura (g)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	<i>p</i> -valor
Peritoneal	3,95 ± 0,59	4,33 ± 0,44	4,90 ± 0,37	5,31 ± 1,12	4,32 ± 0,72	3,10 ± 0,36	0,190
Perirenal	1,11 ± 0,18	0,95 ± 0,09	1,28 ± 0,07	1,34 ± 0,14	1,32 ± 0,21	0,95 ± 0,11	0,196
Epididimal	5,46 ± 0,47	4,85 ± 0,29	6,37 ± 0,42	6,45 ± 0,58	5,20 ± 0,75	4,38 ± 0,30	0,060
Mesentérica	3,63 ± 0,29	4,28 ± 0,17	4,35 ± 0,37	4,59 ± 0,65	3,94 ± 0,41	3,32 ± 0,16	0,138
Omental	0,72 ± 0,08	0,37 ± 0,17	0,56 ± 0,14	0,41 ± 0,09	0,82 ± 0,11	0,58 ± 0,07	0,073
Gordura total	14,86±1,49	14,78±0,91	17,45±1,08	18,10±2,16	15,59±2,09	12,30±0,93	0,107
IA%¹	4,36 ± 0,33	4,54 ± 0,25	4,67 ± 0,24	5,28 ± 0,46	4,59 ± 0,58	3,89 ± 0,30	0,246

Médias ± EPM (Erro Padrão da Média). ¹IA%= Índice de Adiposidade. Post Hoc de Tukey a 5% de probabilidade. (G1-G4) (n=6), sendo G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário, n=8) e G6 (controle exercitado, n=8).

5.4 Análises bioquímicas

Ao comparar os resultados dos valores médios de glicose nos períodos pré e pós-intervenção (Figura 12), verificou-se diferença estatística em todos os grupos experimentais, os quais aumentaram após oito semanas de exercícios e suplementação ($p < 0,0001$). Observou-se que no momento pré-intervenção não houve diferença significativa entre os grupos ($p = 0,1729$), porém, ao final da intervenção os grupos que receberam dieta *whey protein* sedentário (G3) e exercitado (G4) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente), quando comparado ao G6 (controle exercitado), os quais mostraram-se superiores com relação a glicemia, e não diferindo dos demais grupos.

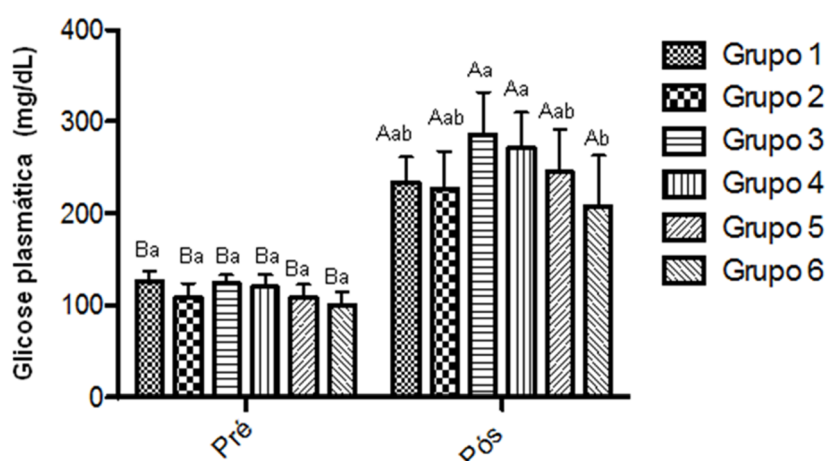


Figura 12. Comparação da glicose plasmática (mg/dL), representada por média $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Letras maiúsculas comparam as médias entre os momentos pré e pós-intervenção. Letras minúsculas comparam as médias entre grupos em cada momento. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si significativamente, teste de variância ANOVA seguido por Post Hoc de Bonferroni ($p < 0,0001$).

A concentração da glicose plasmática em jejum de 8 horas no presente estudo mostrou-se elevada ao final de 8 semanas de intervenção ao comparar com os valores de referência da literatura para ratos wistar machos saudáveis submetidos a 12 horas de jejum com amostra coletada por punção cardíaca, a saber: $138,72 \pm 30,17\text{mg/dl}$ (LIMA et al., 2014); $150 - 207,5\text{mg/dl}$ (CENTRO DE BIOTERISMO DA FMUSP, 2008); $79 - 144\text{mg/dl}$ (MELO et al., 2012). Verificou-se que o mesmo não ocorreu para os valores iniciais de glicemia dos animais no presente estudo, uma vez que os mesmos estão dentro das faixas de normalidades supracitadas. Uma possível explicação para esse comportamento seria que na coleta inicial a via foi retrorbital com uso de Ketamina e Xilasina, enquanto a coleta final foi por punção sanguínea através da veia porta hepática com uso de isoflurano.

Outra hipótese para essa resposta da glicemia pós intervenção foi a composição das dietas utilizadas, as quais foram compostas por valores de 22 a 30% de carboidratos, refletindo diretamente na glicemia (BRANCO et al., 2011). No entanto, como não foi observada essa alteração no período pré, no qual os animais já estavam recebendo a mesma composição na dieta em termos de carboidratos que no período pós intervenção, e como foi medida a glicemia de jejum e não pós-prandial, essa hipótese torna-se mais remota, pois provavelmente os carboidratos das dietas já haviam sido metabolizados após as 8 horas de jejum não refletindo valores elevados na corrente sanguínea, a menos que os animais de todos os grupos tivessem desenvolvido resistência à insulina, o que não foi avaliado na presente pesquisa e acredita-se ser pouco provável, particularmente nos grupos exercitados.

Sabe-se que para obtenção de resultados precisos são necessários que algumas etapas no momento da coleta sejam realizadas cuidadosamente e que valores discrepantes obtidos podem ser devido a algumas variáveis pré-analíticas, como horário da coleta, tempo de armazenamento, dieta, o uso de tubos anticoagulantes corretos, entre outras, pois engloba diversos fatores relevantes que precisam ser conhecidos antes da execução dos exames laboratoriais (NURO et al., 2010; BRANCO et al., 2011). Portanto, acredita-se que outra hipótese seria o tempo de armazenamento das amostras (5 a 10 dias) até a realização das análises possa também ter influenciado nesses resultados de glicemia.

Ao contrário dos resultados encontrados no presente estudo, no qual os valores de glicose aumentaram apresentando diferença significativa do momento pré para o pós-intervenção entre os grupos sedentários e exercitados, Tavares et al. (2015) avaliaram o efeito do treinamento de força sobre o perfil glicídico de ratos Wistar, verificaram redução da glicemia em jejum de 12 horas nos animais submetidos ao treinamento em comparação com os animais sedentários ($180,0 \pm 21,9$ mg/dL vs. $151,7 \pm 19,6$ mg/dL), como era o esperado nessa pesquisa, pois segundo a literatura o exercício físico regular melhora a sensibilidade à insulina, facilitando a captação periférica da glicose no músculo e a diminuição da produção hepática de glicose, provoca a oxidação de ácidos graxos na circulação (ROCHA, 2011).

As médias dos resultados do perfil sérico de lipídios dos animais após oito semanas de suplementação com bacuri e/ou *whey protein* e treinamento estão apresentadas nas Figuras 13 e 14.

Os valores médios de colesterol total, HDL e LDL apresentaram diferença significativa somente na comparação entre os momentos pré e pós-intervenção ($p=0,0059$, $p=0,0065$ e $p=0,011$) respectivamente, não havendo diferença significativa entre os grupos, em ambos os momentos – colesterol total ($p=0,439$), HDL ($p=0,412$), LDL ($p=0,0712$). Observou-se após oito semanas de suplementação proteica e treinamento resistido (figuras 13(a) e 13(b)) que houve redução nas concentrações séricas de colesterol total e HDL para todos os grupos e a figura 13(c) evidencia que ocorreu aumento nos níveis de LDL. Por outro lado, nos resultados de Não-HDL (figura 13(d)) não houve diferença significativa entre os valores iniciais e finais ($p=0,0957$), bem como, na comparação entre os grupos experimentais ($p=0,0779$).

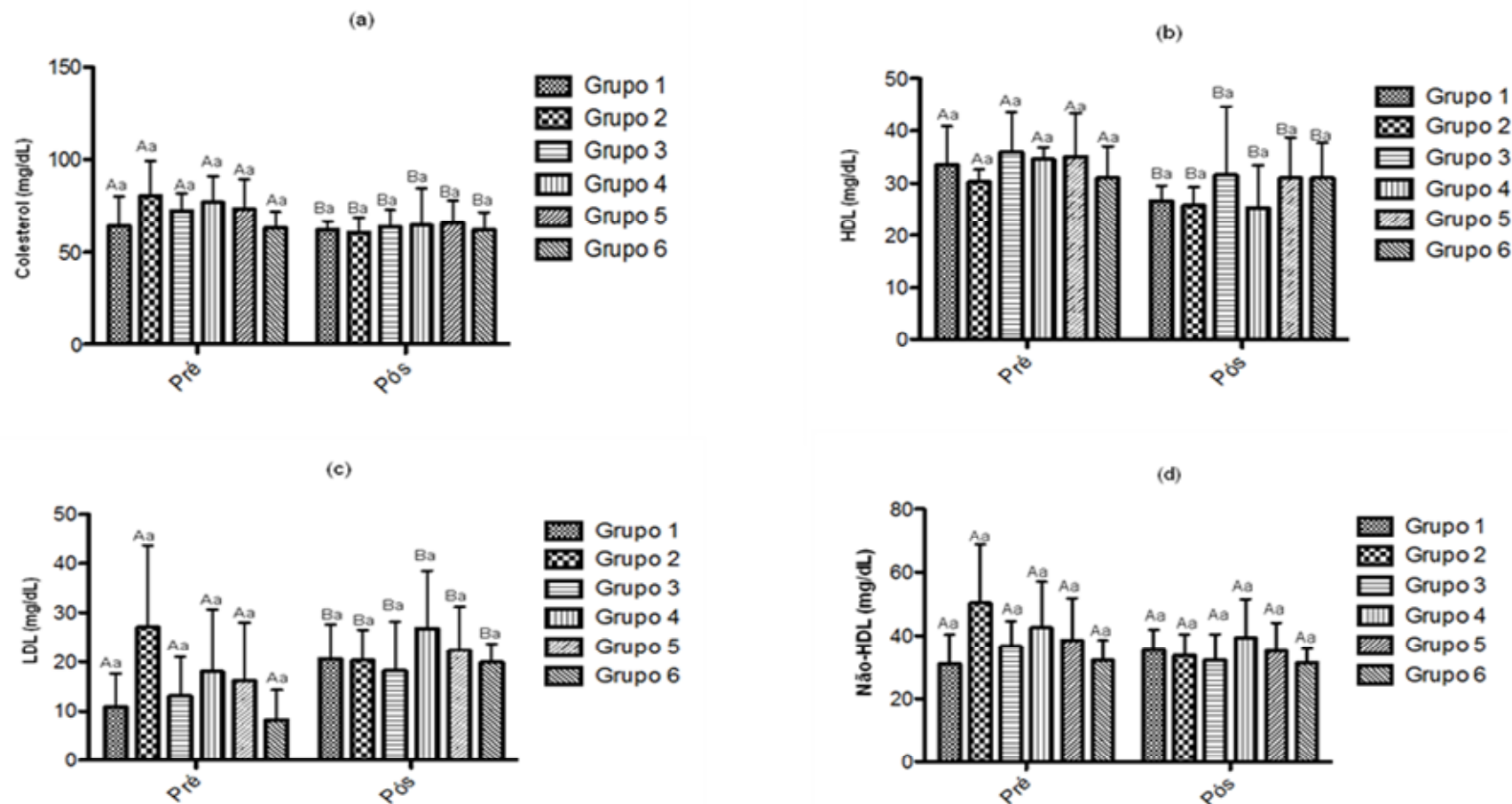


Figura 13. Comparação do colesterol (a), HDL (b), LDL (c) e Não-HDL (d) representados pelas médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) (mg/dL), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey* sedentário); G4 (*whey* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Letras maiúsculas comparam as médias entre os momentos pré e pós-intervenção. Letras maiúsculas comparam as médias entre os momentos pré e pós-intervenção. Letras minúsculas comparam as médias entre grupos em cada momento, pelo teste de variância ANOVA seguido por Post Hoc teste de Bonferroni ($p > 0,05$).

Ao comparar os valores médios de triglicerídeos (TG) e VLDL nos períodos pré e pós-intervenção (Figuras 14(a) e 14(b)), verificou-se diferença estatística em todos os grupos experimentais, os quais diminuíram após oito semanas de treinamento e suplementação ($p < 0,0001$). Observou-se que no momento pré-intervenção não houve diferença significativa entre os grupos tanto para as concentrações de triglicerídeos como de VLDL ($p > 0,05$). Por outro lado, destaca-se ao final da intervenção que o grupo G1(bacuri sedentário) apresentou valores superiores ($p < 0,01$) de TG e VLDL quando comparado ao G6(controle exercitado), não diferindo dos demais grupos experimentais.

Resultados demonstraram que a ingestão de dietas, contendo aproximadamente 15% de proteína (normoproteica) de bacuri e de *whey* influenciaram nos parâmetros bioquímicos do perfil lipídico das frações colesterol total, HDL, Triglicerídeos e VLDL, nos quais houve redução de suas concentrações após 8 semanas, ocorrendo efeito oposto nos níveis de LDL, demonstrando diferença significativa entre os momentos pré e pós-intervenção em todos os grupos experimentais estudados.

No estudo de Santos et al. (2016), os autores observaram que a suplementação com *whey protein* concentrada comercial nas doses de 0,45g/kg/dia e 1,8g/kg/dia em ratos normais, também promoveu redução nos níveis de colesterol total e triglicerídeos, corroborando com os resultados dessa pesquisa.

Em outro estudo com ratos alimentados com dieta contendo proteínas do soro do leite em substituição a caseína, não houve diferença significativa do colesterol total e triglicerídeos (HARAGUCHI et al., 2009). O efeito hipocolesterolêmico das proteínas do soro do leite em ratos submetidos ao treinamento de resistência foi verificado no estudo de Teixeira et al. (2012), no qual houve redução estatisticamente significativa de colesterol total e LDL e aumento do HDL-c em ratos sob condições fisiológicas que receberam ração padrão com *whey protein* em substituição a caseína.

Mortensen et al. (2012) compararam os efeitos de diferentes fontes de proteínas sobre os níveis séricos de lipídios após consumo de refeições hiperlipídicas em indivíduos com diabetes tipo 2, as quais continham 45g de proteínas de diferentes fontes alimentares. Os resultados foram menores níveis de triglicérides naqueles que receberam dieta contendo *whey protein*, entretanto não foram observadas alterações positivas nos níveis de colesterol total e suas frações

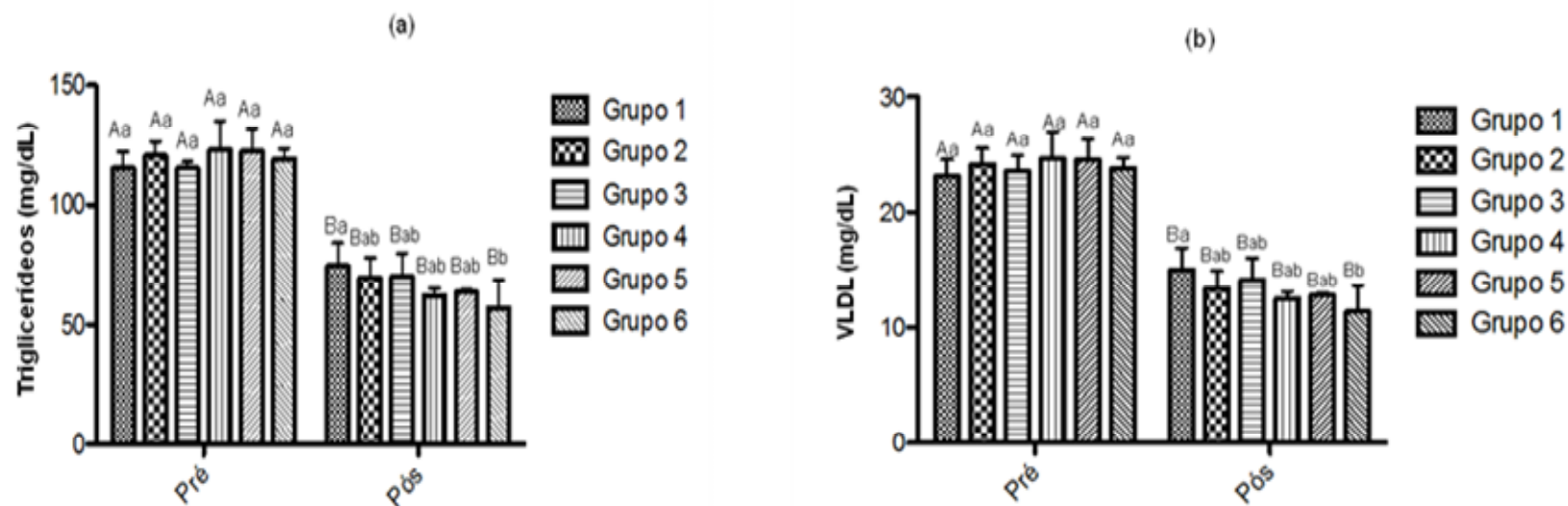


Figura 14. Comparação dos triglicerídeos (TG) (a), VLDL (b) representados pelas médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) (mg/dL), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Letras maiúsculas comparam as médias entre os momentos pré e pós-intervenção. Letras minúsculas comparam as médias entre grupos em cada momento. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si significativamente, teste de variância ANOVA seguido por Post Hoc de Bonferroni ($p < 0,0001$).

As análises dos dados bioquímicos do presente estudo, assim como de outros trabalhos existentes na literatura, sugerem que o efeito das proteínas do soro do leite sobre o metabolismo lipídico de ratos é dependente de uma complexa interação entre a fonte e a quantidade proteica, o colesterol dietético e a idade dos animais (HARAGUCHI et al., 2009). O exercício físico também tem sido benéfico para prevenir ou reverter a formação de placas ateromatosas nas artérias, podendo alterar o perfil lipídico das lipoproteínas e diminuir o colesterol (FERNANDES et al., 2011),

Alguns mecanismos envolvidos no controle energético e no perfil lipídico promovido pelas proteínas do soro do leite, em animais e seres humanos, ainda não estão bem esclarecidos pela literatura (FRANK et al., 2009).

Ressalta-se que diferentemente do esperado no perfil lipídico do presente estudo, houve um efeito negativo sobre os níveis de HDL (redução) e os de LDL (aumento), contrariando as evidências científicas da literatura, conforme supracitado. É importante mencionar que não se pode atribuir esse efeito as fontes proteicas avaliadas nem ao treinamento realizado, uma vez que esse comportamento ocorreu em todos os grupos do experimento.

5.5 Avaliação da proteína muscular

A Figura 15 representa a quantificação proteica muscular. Observou-se que os valores de proteína não diferiram significativamente no músculo gastrocnêmio em nenhum dos diferentes grupos experimentais sedentários e exercitados ($p=0,160$).

O crescimento de qualquer órgão pode ser causado por aumento do número de células (hiperplasia) ou do tamanho das células já existentes (hipertrofia). O número de células pode ser estimado, na prática, através da determinação do conteúdo total de proteínas do órgão. Em geral, peso e proteína continuam a aumentar até cerca dos cem dias de idade em animais (TONON et al., 2001).

Na pesquisa de TONON et al. (2001), que avaliaram os efeitos do teor proteico sobre o crescimento muscular de ratos submetidos a treinamento anaeróbio (protocolo na água), constatou-se aumento no teor de proteína no músculo gastrocnêmio no grupo de animais com dietas hiperproteica (35%), indicando aumento no tamanho celular, porém o mesmo fenômeno não foi

constatado nos ratos alimentados com a dieta normoproteica (17%). Esse efeito parece restrito à musculatura envolvida, uma vez que não apresentaram diferenças significativas na massa magra entre os grupos.

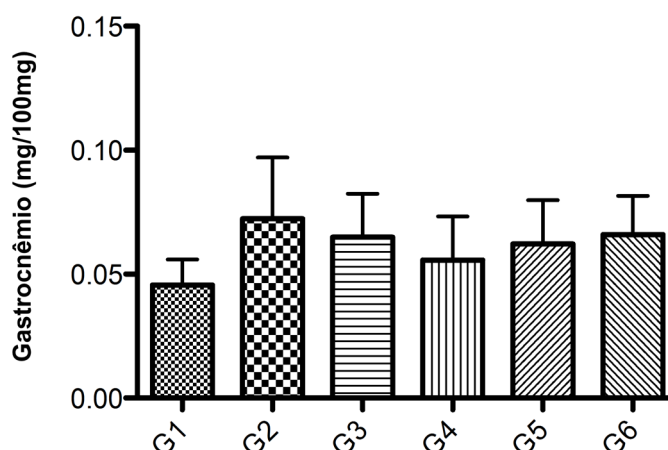


Figura 15. Quantificação de proteínas no músculo gastrocnêmio representada por média $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média) dos grupos experimentais submetidos à dieta com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Teste de variância ANOVA seguido por Post Hoc de Bonferroni ($p > 0,05$).

Semelhante ao presente estudo, que não apresentou diferença significativa entre os grupos experimentais exercitados e sedentários suplementados com dieta normoproteica (15%) com bacuri e/ou *whey protein*. Fato que sugere que o aumento do aporte proteico a partir da dieta pode ser condição necessária para a manifestação de respostas específicas do músculo esquelético trabalhado durante o treinamento resistido.

Tal constatação também foi observada ao se analisar o peso dos músculos gastrocnêmios de todos os animais de cada grupo em relação aos seus pesos corporais no final do experimento, os quais não diferiram estatisticamente entre si ($p = 0,150$), a saber, a razão de cada grupo: G1 (0,0063g), G2 (0,0063g), G3 (0,0061g), G4 (0,0065), G5 (0,0059) e G6 (0,0064).

O perfil eletroforético das proteínas majoritariamente presentes no tecido muscular esquelético gastrocnêmio dos grupos experimentais está apresentado na Figura 16, sendo (a) o perfil de proteínas nas amostras dos animais sedentários e (b) dos animais submetidos ao treinamento de força.

A eletroforese é uma técnica que utiliza corrente elétrica para promover a separação de moléculas carregadas, como proteínas e ácidos nucleicos permitindo-se avaliar o perfil de proteínas presentes em determinadas amostras (OLIVEIRA et al., 2015). Nas Figuras 16 (a) e (b) têm-se imagens digitalizadas do perfil eletroforético, onde se analisou a composição das proteínas majoritariamente presentes nos músculos gastrocnêmios dos animais utilizados no estudo.

Na Figura 16 (a) e (b) observa-se a presença de proteínas de diferentes pesos moleculares, variando de 30 a 225 kDa. Na Figura 16 (a) representada pelos grupos sedentários verificou-se que para os animais suplementados com dieta bacuri (G1) as bandas foram aparentemente maiores (mais escuras) do que nos grupos G3 e G5, com concentrações de proteínas variando de peso molecular entre 32 a 52 kDa. Já na figura (b) representada pelos grupos exercitados observou-se que as concentrações de proteínas foram maiores nos grupos G2 (bacuri) e G4 (*whey protein*), com peso molecular de 32 a 55 kDa, em menor intensidade verificada no grupo G6 (comercial).

No estudo de Machado et al. (2010), onde caracterizaram e analisaram o processo de expressão de proteínas no músculo gastrocnêmio de ratos submetidos a exercícios físicos induzido através do método de eletroforese bidimensional, foram detectaram as cadeias leves e pesadas de miosina (~20kDa e ~17kDa), actina (~42kDa), tropomiosina e troponina (~32kDa). Esta caracterização foi possível, pois as amostras foram separadas em gel de 2 dimensões, ou seja, primeiramente as proteínas foram separadas de acordo com suas cargas elétricas líquidas e posteriormente por sua massa molecular. Como as proteínas citadas possuem sequência primária de aminoácidos e ponto isoelétricos conhecidos, essa determinação foi realizada com sucesso.

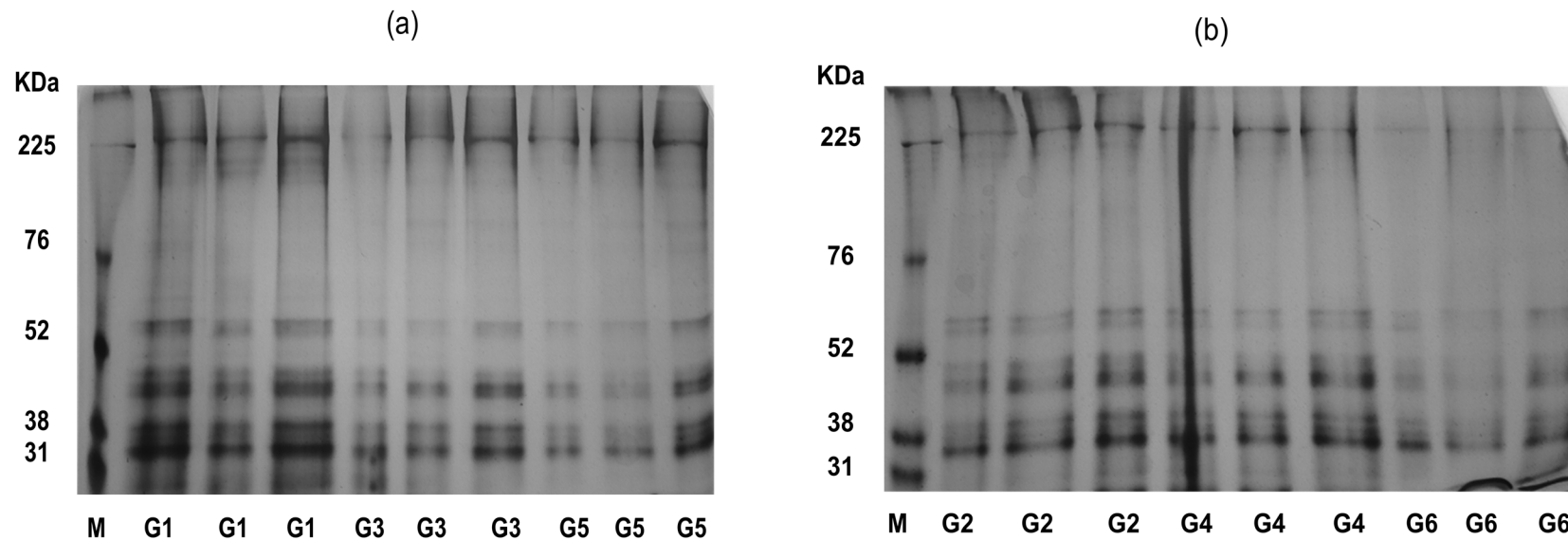


Figura 16. Perfil eletroforético (gel PAGE-SDS 12,5%) das proteínas presentes nos extratos dos músculos gastrocnêmios dos animais sedentários (a) e exercitados (b) submetidos à dieta com bacuri e/ou *whey protein* e ao treinamento de força. Legenda: kDa (kilodalton); M - marcador de massa molecular; G1 (bacuri sedentário); G2 (bacuri exercitado); G3 (*whey protein* sedentário); G4 (*whey protein* exercitado); G5 (controle sedentário) e G6 (controle exercitado). Gel corado com Nitrato de Prata.

No presente estudo utilizou-se a eletroforese PAGE-SDS, também conhecida como unidimensional, uma vez que o método de separação empregado é a diferença no peso molecular das proteínas. É por esse motivo que não foi possível especificar qual a proteína realmente estava presente em cada uma das bandas encontradas, uma vez que diferentes proteínas podem apresentar a mesma massa molecular e diferir em seus pontos isoelétricos.

Tanto na Figura 16 (a) como na (b) foram encontradas proteínas com massa molecular próximas as encontradas no estudo de Machado et al. (2010), assim, sugerindo que as mesmas proteínas foram identificadas no presente estudo. Ressalta-se que para conclusões definitivas seria necessário a aplicação de métodos mais específicos, como a espectrometria de massas ou ainda o sequenciamento de proteínas por degradação de Edman.

Greaser et al. (1983) mostraram através de perfil esquemático, a sequência de migração das principais proteínas miofibrilares em SDS PAGE 15%, indicando inicialmente as miosinas de cadeias leves (MLC3, MLC2 e MLC1), actina e no topo do gel, MHC (miosinas de cadeias pesadas).

A miosina possui múltiplas isoformas que contribuem para a diversidade funcional das fibras musculares, sendo que as maiores diferenças funcionais das 17 isoformas da miosina residem na porção da cadeia pesada da molécula (MHC). Essa é a porção que determina a velocidade da reação das pontes cruzadas da miosina com os filamentos de actina e, conseqüentemente, a velocidade de contração muscular (RIBEIRO, 2015).

Oledzka et al. (2012) avaliaram tecido muscular de ratos utilizando a mesma metodologia e observaram bandas escuras entre 37 e 50 kDa, suspeitando ser de actina, que possui peso molecular de 42 kDa e que juntamente com a miosina, são as proteínas musculares mais abundantes.

Apesar da quantificação total das proteínas pelo método de Bradford não tenha apresentado diferença estatística entre os grupos sedentários e exercitados na presente pesquisa, a técnica de eletroforese revelou a presença de bandas com diferentes concentrações entre esses grupos, indicando que, os grupos sedentários e exercitados possuem uma composição diferencial de proteínas nos músculos analisados, em especial na concentração de proteínas presentes no músculo gastrocnêmio.

Dessa forma, o ideal seria a utilização de metodologia específica para identificar e quantificar as proteínas diferencialmente expressas em resposta ao

exercício físico, não só as majoritariamente expressas, mas também os principais receptores e enzimas reguladas nessas condições. Para assim poder-se comparar com maior exatidão os possíveis efeitos do *whey protein* e do bacuri em relação à dieta comercial sobre a hipertrofia muscular dos animais. Entretanto, pode-se inferir dos resultados da avaliação de proteína muscular que os grupos que receberam fonte proteica vegetal obtiveram resposta semelhante dos grupos que receberam fonte proteica animal, uma vez que não houve diferença significativa entre os mesmos.

5.6 Avaliação do desempenho físico

O desempenho dos animais dos grupos exercitados foi mensurado através do teste de capacidade de carregamento máximo suportado ao longo do protocolo de treinamento. A Figura 17 apresenta a comparação dos resultados da carga máxima dos grupos G2 (bacuri exercitado), G4 (*whey protein* exercitado) e G6 (comercial exercitado) durante as 8 semanas de treinamento.

Observou-se que todos os animais treinados aumentaram o desempenho ao longo do ensaio. As médias das cargas máximas alcançadas pelos animais expressas em gramas, foram: inicialmente para G2 bacuri $245,2 \pm 20,62$, G4 *whey protein* $268,83 \pm 36,25$ e G6 comercial $215,37 \pm 41,74$, com diferença significativa entre os grupos G4 e G6 ($p=0,03$). E ao final do treinamento de 8 semanas, os respectivos valores médios foi de $1180,50 \pm 112,97$ para o G2; $1214,00 \pm 144,21$ para G4 e de $1107,87 \pm 96,09$ para o G6, sem diferença estatística ($p>0,05$).

Apesar de até a 4ª semana de treinamento os grupos experimentais terem apresentado desempenhos semelhantes, após esse período o G6 mostrou tendência de queda nas quantidades de cargas toleradas em relação aos demais grupos. Observou-se que o grupo suplementado com a dieta bacuri apresentou desempenho físico semelhante aos alimentados com a proteína de origem animal.

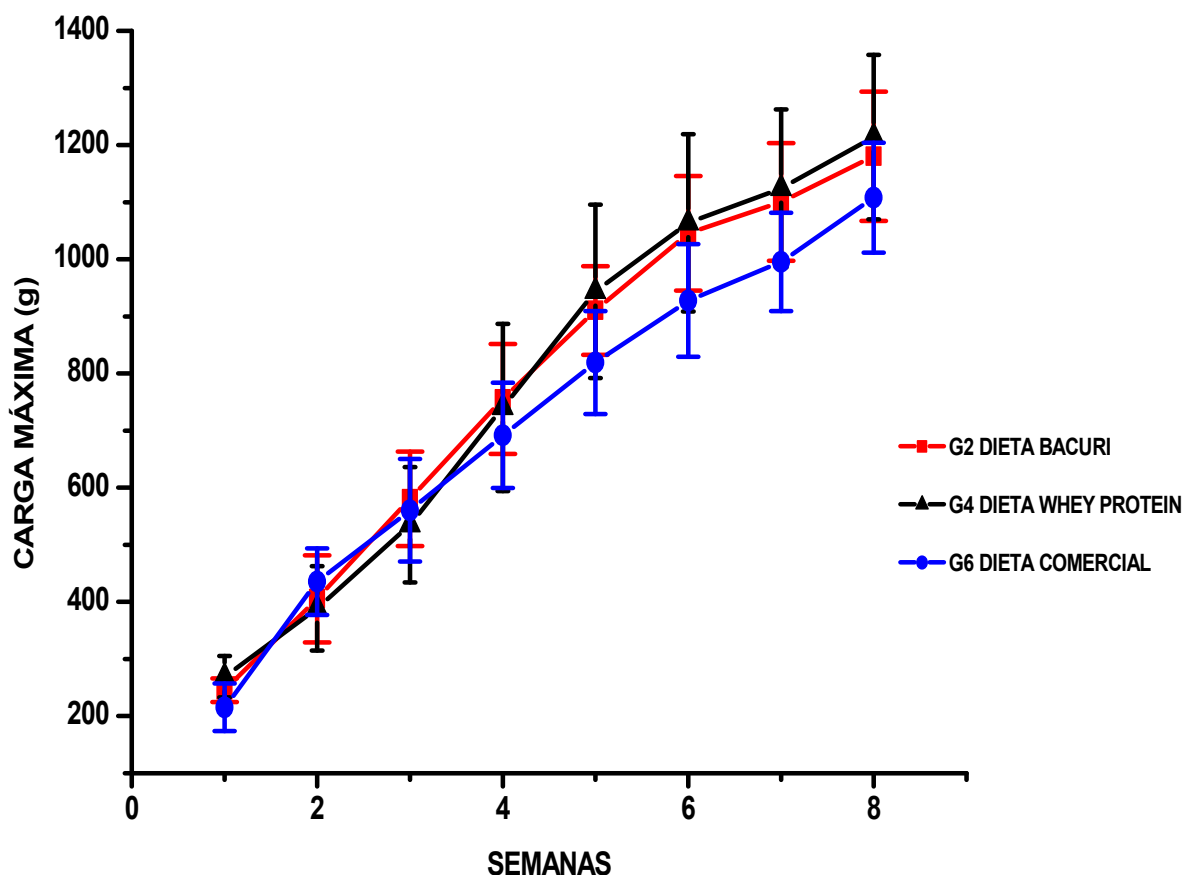


Figura 17. Nível de desempenho no teste de capacidade de carregamento máximo dos grupos de animais exercitados durante oito semanas de treinamento de força, representados pelas médias $\pm$ DPM (Desvio Padrão da Média), dos grupos experimentais submetidos a dietas com bacuri (G2), *whey protein* (G4) e comercial (G6)

Embora fosse esperado que os grupos de animais submetidos ao treinamento físico resistido apresentassem características, como maior massa magra e composição corporal diferenciada em relação aos sedentários, isso não pode ser observado através dos parâmetros definidos no protocolo desse experimento. Desta forma, surgem questionamentos em relação ao de protocolo de exercício aplicado, tempo e frequência de duração, idade dos animais utilizados no experimento e as concentrações das fontes proteicas.

Por outro lado, esse estudo demonstrou que o consumo da proteína de origem vegetal (bacuri) pelos animais proporcionou crescimento, ganho de peso, índices relacionados à composição corporal e aos valores bioquímicos semelhantes e até superiores em alguns aspectos ao do *whey protein*, o qual é considerado fonte proteica animal de referência como suplemento proteico.

6. CONCLUSÃO

Através dos resultados concluiu-se que:

- ✓ A amêndoa do bacuri apresentou alto teor de lipídio, proteínas e fibras, e que após o desengorduramento resultou em uma farinha de elevado teor proteico;
- ✓ A avaliação da composição química das dietas experimentais apresentou diferença entre todos os componentes, sendo que a dieta bacuri se destacou por conter um valor de lipídios superior às demais dietas e um valor proteico inferior;
- ✓ Embora a dieta bacuri ter apresentado menor quantidade de proteína, os resultados não foram inferiores ao *whey protein* na maioria das variáveis estudadas;
- ✓ O consumo das dietas demonstrou que os animais que receberam como fonte proteica bacuri consumiram quantidade superior de dieta, porém, tiveram menor peso final;
- ✓ Os grupos suplementados com fonte proteica vegetal não diferiram nos índices de Lee e IMC, sítios de gordura, gordura total e índice de adiposidade em relação aos grupos alimentados com *whey protein*, apresentando valores inferiores nas circunferências torácica e abdominal apenas no G1 em relação ao G3 e G4;
- ✓ Os parâmetros bioquímicos resultaram em redução de colesterol total, HDL, triglicerídeos e VLDL; e aumento nas concentrações de glicose plasmática e LDL;
- ✓ Todos os grupos experimentais apresentaram quantidades semelhantes de proteína no músculo gastrocnêmio dos animais, bem como, na razão peso do músculo/peso corporal.
- ✓ O perfil eletroforético das proteínas revelou a presença de bandas com diferentes concentrações entre os grupos, indicando a possibilidade de composição diferencial de proteínas diferentes entre os músculos dos animais exercitados e sedentários;
- ✓ Observou-se que os grupos suplementados com a dieta bacuri apresentaram desempenho físico semelhante aos grupos alimentados com a proteína de origem animal.

✓ Conclui-se que a farinha da amêndoa de bacuri pode ser utilizada como fonte proteica vegetal alternativa para uso em suplementos nutricionais, pois mostrou-se similar ao mostrou inferior ao *whey protein*, possui menor custo e trata-se de um fruto abundante no Estado de Mato Grosso do Sul;

✓ Verificou-se a necessidade em dar continuidade aos estudos, avaliando as concentrações de proteínas para a elaboração das dietas experimentais, o protocolo de exercício de força, tempo de duração e frequência do treinamento e a realização de outros parâmetros que permitam uma melhor avaliação do efeito da suplementação proteica sobre a hipertrofia muscular.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, C.C.; JÚNIOR, C.A.C.; SILVA, A.C.O.; ALVARES, T.S. Proteína do soro do leite: composição e suas propriedades funcionais. **Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 16, p. 1840-1854, 2013.

ALVES, L.F.; ROCHA, M.S.; GOMES, C.C.F. Avaliação da qualidade proteica da quinua real (*Chenopodium Quinoa* Wild) através de métodos biológicos. **E-scientia**, v. 1, n. 1, 2008.

ALVES, M.P.; MOREIRA, R.O.; RODRIGUES JUNIOR, P.H.; MARTINS, M.C.F.; PERRONE, I.T.; CARVALHO, A.F. Soro do leite: Tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 221-226, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Selected issues for nutrition and the athlete: a team physician consensus statement. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 12, p. 2378-2386, 2016.

ANDRADE, S. T.; LANCHÁ JUNIOR, A. H.; FERRAZ, P. L. C. Efeito da suplementação de proteína isolada do leite ou da soja na prevenção da perda de massa muscular em idosos saudáveis: uma revisão. **Nutrire**, v. 40, n. 1, p. 90-103, 2015.

ANGÉLOCO, L.R.N.; DEMINICE, R.; LEME, I.A.; LATARO, R.C.; JORDÃO, A.A. Bioelectrical impedance analysis and anthropometry for the determination of body composition in rats: effects of high-fat and high-sucrose diets. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 3, p. 331-339, 2012.

ANTUNES NETO, J.M.F.; FERREIRA, D.C.B.G.; REIS, I.C.; CALVI, R.G.; RIVERA, R.J.B. Manutenção de microlesões celulares e respostas adaptativas a longo prazo no treinamento de força. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 1, n. 4, p. 87-102, 2007.

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, (method 985.29). 15 ed., Washington, D.C.; 1990. 1141p.

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 991.20). 17 ed., Arlington: chapter 33. p. 10-12. 1995.

APARICIO, V. A. et al. Effects of high-whey-protein intake and resistance training on renal, bone and metabolic parameters in rats. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 6, p. 836-845, 2011.

ARAUJO, G.G.; PAPOTI, M.; MANCHADO-GOBATTO, F.B.; DE MELO, M.A.R.; GOBATTO, C.A. Padronização de um protocolo experimental de treinamento periodizado em natação utilizando ratos Wistar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 1, p. 51-56, 2010.

ARAUJO, T.N.; QUEIROZ, L.V.C.; LIRA, K.D.S.; FRANCA, T.J.B.M.; MORAES, S.R.A. Condicionamento físico aeróbio moderado promove redução no rápido ganho de peso de ratos adultos desnutridos nos períodos de gestação e lactação. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 251-258, 2010.

ATWATER, W.O.; WOODS, C.D. The Chemical Composition of American Food Materials. **Farmers' Bulletin**, n. 28, 1896.

AZEVEDO, P.H.S.M.; DEMAMPRA, T.H.; OLIVEIRA, G.P.; BALDISSERRA, V.; BÜRGER-MENDONÇA, M.; MARQUES, A.T.; OLIVEIRA, J. C.; PEREZ, S.E.A. Efeito de 4 semanas de treinamento resistido de alta intensidade e baixo volume na força máxima, endurance muscular e composição muscular de mulheres moderadamente treinadas. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 1, n. 3, p. 76-85, 2007.

BARROSO, G.C.; THIELE, E.S. Lesão muscular nos atletas. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 46, n. 4, p. 354-358, 2011.

BECKER, L.K.; PEREIRA, A.N.; PENA, G.E.; OLIVEIRA, E.C.; SILVA, M.E. Efeitos da suplementação nutricional sobre a composição corporal e o desempenho de atletas: Uma revisão. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, 10, n. 55, p. 99-111, 2016.

BERNARDIS, L.L.; PATTERSON, B.D. Correlation between 'Lee index' and carcass fat content in weanling and adult female rats with hypothalamic lesions. **Journal of Endocrinology**, v. 40, p. 527-528, 1968.

BILSBOROUGH, S.; MANN, N. A review of issues of dietary protein intake in humans. **Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, p. 129-152, 2006.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities utilizing the principle of protein dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRANCO, A.C.S.C.; DINIZ, M.F.F.M.; ALMEIDA, R.N.; SANTOS, H.B.; OLIVEIRA, K.M.; RAMALHO, J.A.; DANTAS, J.G. Parâmetros bioquímicos e hematológicos de ratos Wistar e camundongos swiss do Biotério Professor Thomas George. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 15, n. 2, p. 209-214, 2011.

BRASIL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4.ed. São Paulo/SP: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 27 de abril de 2010. Dispõe sobre alimentos para atletas. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 79, 28 abr. 2010. Seção 1. p. 211.

BRITO, C.J.; MENDES, E.L.; FERREIRA, A.P.; PAULA, S.O.; NÓBREGA, O.T.; CÓRDOVA, C. Impacto do treinamento resistido na força e hipertrofia muscular

em HIV-soropositivos. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 19, n. 2, p.313-324, 2013.

CABRAL, C.H.A.; ALMEIDA, D.M.; MARTINS, L.S.; MENDES, R.K.V. Mecanismos fisiológicos e bioquímicos envolvidos no turnover proteico: deposição e degradação de proteína muscular. **Centro Científico Conhecer**, v.8, n.15, p.1185-1203, 2012.

CAMPELLO, C.C.; CARVALHO, V.L.; FARIAS, D.F.; BRASIL, I.C.F.; MAIA, A.A.B.; MORAIS, J.K.S.; CARVALHO, A.F.U.; VASCONCELOS, I.M. Desempenho e parâmetros séricos de ratos alimentados com dieta contendo soja integral crua. **Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.3, p.188-198, 2009.

CARRILHO, L.H. Benefícios da utilização da proteína do soro do leite whey protein. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 7, n. 40, p. 195-203, 2013.

CASSILHAS R.C.; REIS IT, VENÂNCIO D, FERNANDES J, TUFIK S, MELLO TM. Animal model for progressive resistance exercise: a detailed description of model and its implications for basic research in exercise. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 19, n. 1, p. 178-184, 2013.

CAZARRA, L.R.; ÁVILA e CRUZ, J.C. **Manual Tecnológico de aproveitamento do fruto Baru (*Dipteryx alata*)**, 2.ed, Brasília, DF; . ISPN, 2010.

CENTRO DE BIOTERISMO DA FMUSP. Parâmetros bioquímicos de ratos do centro de bioterismo da FMUSP, 2008. Disponível em: http://www.biot.fm.usp.br/index.php?mpg=03.00.00&tip=RATO&id_ani=17¶metros=sim. Acessado em 13/03/2017.

CONTE, M.; SCARPI, M.J.; ROSSIN, R.A.; BETELI, H.R.; LOPES, R.G.; MARCOS, H.L. Variação da pressão intraocular após teste submáximo de força no treinamento resistido. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 72, n. 3, p. 351-354, 2009.

COSTA, G.K. **Adaptações musculares em marcadores metabólicos e de estresse oxidativo induzidas em ratos pelo treinamento resistido em escada com sistema de roldanas**. [Dissertação]. Universidade Estadual de Campinas, 2015.

COZZOLINO, S.M.F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. Manole, Barueri, SP. 2013.

DAMASCENO JÚNIOR, G.A.; SOUZA, P. R. **Sabores do Cerrado & Pantanal: receitas & boas práticas de aproveitamento**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2010.

DEVRIES, J. W. Total dietary fiber. **Analytical progress. Medialion Laboratories**, 2009. Disponível em <http://www.medlabs.com/file.aspx?FileID=89>. Acessado em outubro de 2016.

DIAS, S.X.; BONATTO, S. Composição corporal e perfil dietético de adolescentes atletas de voleibol da Universidade de Caxias do Sul – RS. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.5, n.29, p.417-424, 2011.

ESMARCK, B.; ANDERSEN, J.L.; OLSEN, S.; RICHTER, E.A.; MIZUNO, M.; KJAER, M. Timing of post exercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. **Journal of Physiology**, v. 535, n. 1, p. 301-311. 2001.

FAVIER, F.B.; BENOIT, H.; FREYSSENET, D. Cellular and molecular events controlling skeletal muscle mass in response to altered use. **Pfugers Archiv: European Journal of Physiology**, v. 456, p. 587-600, 2007.

FAYH, A. P. T.; Da SILVA, C. V.; De JESUS, F. R. D.; COSTA, G. K. Consumo de suplementos nutricionais por frequentadores de academias da cidade de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, n. 1, p. 27-37, 2013.

FELIX, I. R. S. Avaliação do conhecimento de fontes alimentares e uso de suplementos esportivos em frequentadores da academia de ginástica fitness club em Guarulhos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, 5, n. 27, p. 230-235, 2011.

FERNANDES, T.; SOCI, U. P. R.; ALVES, C. R.; CARMO, E. C.; BARROS, J. G.; OLIVEIRA, E. M. Determinantes moleculares da hipertrofia do músculo esquelético mediados pelo treinamento físico: estudo de vias de sinalização. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 7, n. 1, p. 169-188, 2008.

FERNANDES, S.A.T.; NATALI, A.J.; LATERZA, M.C.; TEODORO, B.G.; FRANCO, F.S.C.; PELUZIO, M.C.G. Ácido linoleico conjugado: efeitos no perfil lipídico e na composição corporal de camundongos exercitados. **Motriz**, v. 17, n. 4, p. 683-690, 2011.

FIGUEIREDO, F.M.; NAREZI, N.O. As alterações físicas entre duas atletas de fisiculturismo em fases distintas de preparação para II Campeonato de Fisiculturismo em Campo Grande - MS. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.4, n.23, p.466-473, 2010.

FISCHBORN, S.C. A influência do tempo de ingestão da suplementação de whey protein em relação à atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, n. 3, v. 14, p. 132-143, 2009.

FOEGEDING, E. A; DAVIS, J. P; DOUCET, D; McGUFFEY, M. K. Advances in modifying and understanding whey protein functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, n. 5, p. 151-159, 2002.

FONTAN, J.S.; AMADIO, M.B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n; 2, p. 153-157, 2015.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization & World Health Organization . Protein and amino acid requirements in human nutrition. Geneva: WHO. (WHO Technical Report Series, 935) .2007.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 9, p. 101-105, 2007.

FRANCO, F.S.C.; NATALI, A.J.; COSTA, N.M.B.; LUNZ, W.; GOMES, G.J.; JUNIOR, M.A.C.; OLIVEIRA, T.T. Efeitos da suplementação de creatina e do treinamento de potência sobre a *performance* e a massa corporal magra de ratos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 5, 2007.

FRANK, H.; GRAF, J.; AMANN-GASSNER, U.; BRATKE, R.; DANIEL, H.; HEEMANN, U.; HAUNER, H. Effect of short-term high-protein compared with normal-protein diets on renal hemodynamics and associated variables in healthy young men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, p. 1509-1516, 2009.

GILES, K. W.; MEYERS, A. An improved diphenylamine method for the estimation of deoxynucleic acid. **Nature**, v. 206, p. 93, 1965.

GRAHL, G.; NOAMANN, J.T.; NUNES, R.H., FLORES, L.J.F. Efeitos do treinamento resistido na redução do percentual de gordura corporal em adultos: uma revisão de literatura. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v. 11, n. 2, p. 69-77, 2013.

GRANUZZO, V.T. Whey Protein, **Revista Nutrição e Saúde e Performance**, v. 40, p. 38-43, 2008.

GREASER, M.L.; YATES, L.D.; KRZYWICKI, K.; ROELKE, D.L. Electrophoretic Methods for the Separation and Identification of Muscle Proteins. American Meat Science Association. **Proceedings Annual Reciprocal Meat Conference**. p. 87-92, 1983. Disponível em <http://www.meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1983/electrophoretic-methods-for-the-separation-and-identification-of-muscle-proteins.pdf?sfvrsn=2>. Acesso em 03 fev. 2017.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. Tratado de Fisiologia Médica. 13 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

HA E; ZEMAL M. B. Functional properties of whey, whey components and essential amino acids: mechanism underlying health benefits for active people. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 5, p. 251-258, 2003.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; DE PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, n. 19, v. 4, p. 479-488, 2006.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; De PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v. 4, n. 19, p. 479-488, 2008.

HARAGUCHI, F.K.; PEDROSA, M.L.; DE PAULA, H.; SANTOS, R.C.; SILVA, M.E. Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 517-525, 2009.

HARAGUCHI, F.K.; SILVA, M.E.; NEVES, L.X.; SANTOS, R.C.; PEDROSA, M.L. *Whey protein* precludes lipid and protein oxidation and improves body weight gain in resistance-exercised rats. **European Journal of Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 331-9, 2011.

HENRIQUES, G.S.; SIMEONE, M.L.F.; AMAZONAS, M.A.L.A. Avaliação *in vivo* da qualidade proteica do champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis* Wasser). **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 5, p. 535-543, 2008.

HERNANDEZ, A.J.; NAHAS, R.M. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n. 2, p. 1-12, 2009.

HIANE, P.A; BOGO, D.; RAMOS, M.I.L; RAMOS FILHO, M.M. Carotenoides pró-vitâmínicos a e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

HIANE, P.A.; MACEDO, M.L.R.; SILVA, G.M.; BRAGA NETO, J. A. Avaliação nutricional das proteínas de amêndoa de baciauiua, *Acromia aculeata* (Jacq.), Lood em ratos Wistar em crescimento. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 191-206, 2006.

HIRSCHBRUCH, M.D.; CARVALHO, J.R. **Nutrição Esportiva: Uma Visão Prática**. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

HOFFMAN J.; FALVO M. Protein which is best? **Journal Sports Science & Medicine**, v.3, p. 118-130, 2004.

HORNBERGER, T.A.; FARRAR, R.P. Physiological hypertrophy of the FHL muscle Following 8 Week of Progressive Resistance Exercise in the Rat. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 29, n. 1, p. 16-31, 2004.

INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. **A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes**. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients) (Washington, D.C.: The National Academies Press). ISBN 0-309-08537-3. 2005.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE (IOC). Consensus statement on sports nutrition 2010. **Journal. Sports Science**, 29(SI), S3-S4, 2011.

JESUS, S. B.; Dos REIS FILHO, A. D.; SANTINI, E. Consumo alimentar e uso de suplemento nutricional em atletas de um time de voleibol masculino. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, 6, n. 34, p. 310-314, 2012.

JOURNEL, M.; CHAUMONTET, C.; DARCEL, N.; FROMENTIN, G.; TOMÉ, D. Brain Responses to High-Protein Diets **American Society of Nutrition**, v. 3, p. 322-329, 2012.

JOY, J. M.; LOWERY, R. P.; WILSON, J. M.; PURPURA, M.; De SOUZA, E. O.; WILSON, S. M.; KALMAN, D. S.; J.; DUDECK, J. E.; JAGER, R. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. **Nutrition Journal**, v. 12, p. 86, 2013.

JUNG, C.H.; RO, S.H.; CAO, J.; OTTO, N.M.; KIM, D.H. mTOR regulation of autophagy. **Federation of European Biochemical Societies (FEBS) Lett**, v. 584, n. 7, p. 1287-1295, 2010.

JUNIOR, M.P. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e seu efeito ergogênico no desempenho físico humano. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 6, n. 36, p. 436-448, 2012.

KANDA, A.; NAKAYAMA, K.; FUKASAWA, T.; KOGA, J.; KANEGAE, M.; KAWANAKA, K.; HIGUCHI, M. Post-exercise whey protein hydrolysate supplementation induces a greater increase in muscle protein synthesis than is constituent amino acid content. **British Journal of Nutrition**, v.110, p. 981-987, 2013.

KRAEMER, W. J.; SOLOMON-Hill, G.; VOLK, B. M.; KUPCHAK, B. R.; LOONEY, D. P.; DUNN-LEWIS, C.; COMSTOCK, B. A.; SZIVAKA, T. K.; HOOPERA, D. R.; FLANAGANA, S. D.; MARESHA, C. M.; VOLEK, J. S. The Effects of Soy and Whey Protein Supplementation on Acute Hormonal Responses to Resistance Exercise in Men. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 66-74, 2013.

KREIDER, R. B.; WILBORN, C. D.; TAYLOR, L.; CAMPBELL, B.; ALMADA, A. L.; COLLINS, R.; COOKE, M.; EARNEST, C. P.; GREENWOOD, M.; KALMAN, D.S.; KERKSICK, C. M.; KLEINER, S. M.; LEUTHOLTZ, B.; LOPEZ, H.; LOWERY, L. M.; MENDEL, R.; SMITH, A.; SPANO, M.; WILDMAN, R.; WILLOUGHBY, D. S.; ZIEGENFUSS, T. N.; ANTONIO, J. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. v. 7, n. 7, p. 2-43, 2010.

LAEMMLI, U.K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. **Nature**, v. 227, p. 680-685, 1970.

LEE, S.; FARRAR, R. P. Resistance training induces muscle-specific changes in muscle mass and function in rat. **Journal of Exercise Physiology** (online), v. 6, n. 2, p. 80-87, 2003.

LIMA, C.M.; LIMA, A.K.; MELO, M.G.D.; DÓRIA, G.A.A.; LEITE, B.L.S.; SERAFINI, M.R.; ALBUQUERQUE-JUNIOR, R.L.C.; ARAÚJO, A.A.S. Valores de referência hematológicos e bioquímicos de ratos (*Rattus norvegicus* linhagem Wistar). **Scientia Plena**, v. 10, n. 3, p. 1-9, 2014.

LIMA E SILVA, M.C.B; HIANE, P. A; BRAGA NETO, J. A; MACEDO, M.L.R. Proteins of Bacuri almonds - Nutritional value and *in vivo* digestibility. **Food Science and Technology**, v. 34, n.1, p. 55-61, 2014.

LOLLO, P .C. B.; TAVARES, M. C. G. C. F. Perfil dos consumidores de suplementos dietéticos nas academias de ginástica de Campinas, SP. **Lecturas: Educacion Fisica y Deportes**, v. 10, n. 76, 2004.

MACHADO, A.A.N.; FERRAZ, A.S.M.; OLIVEIRA, A.C.; BARBOSA, R.; CARDOSO, J.H.L.; CECCATTO, V.M. Identificação de isoformas miosínicas estruturais de músculo gastrocnêmio de ratos treinados e sedentários em gel bidimensional. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 18, n. 2, p. 26-34, 2010.

MACHADO, F.M.V.F.; BARBALHO, S.M.; OLIVEIRA, F.D.L.; GUIGUER, E.L.; BUENO, P.C.S.; DE SOUZA, M.S.S.; MENDES, C.G.; NORO, K.A.; SÂNDALO, R.H.; SILVA, S.R.F.; OSHIWA, M.; DELAZARI, D.S.; QUINI, A.R.; NAKANO, M.T.; HERCULIANI, A.P.; TOSATO, M.I.; CARLOS, P.V.; SANTOS, LM.; ARAÚJO, A.C. Efeitos da suplementação de quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*) crua e torrada no perfil metabólico de ratos Wistar. **Journal Health Science Institute**, v. 32, n. 1, p. 59-63, 2014.

MARANGON, A.F.C.; MELO, R.A. Consumo de proteínas e ganho de massa muscular. **Universitas Ciencias da Saúde**, v. 2, n. 2, p. 281-290, 2008.

MARQUES, G.C.; LIBERALI, R. Consumo de proteínas na pratica do treinamento de força – Revisão literatura. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.6, n.32, p.158-164, 2012.

MARTINS, B.; VELOSO, J.; FRANÇA, J.B.; BOTTARO, M. Efeitos do intervalo de recuperação entre séries de exercícios resistidos no hormônio do crescimento em mulheres jovens. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 3, p. 171-175, 2008.

MARQUETI, R.C.; ALMEIDA, J.A.; NAKAGAKI, W.R.; GUZZONI, V.; BOGHI, F.; RENNER, A.; SILVA, P.E.; DURIGAN, J.L.Q.; SELISTRE-DE-ARAUJO, H. Resistance training minimizes the biomechanical effects of aging in three different rat tendons. **Journal of Biomechanics**, v. 53, p. 29-35, 2017.

MATA, G. R.; NAVARRO, F. O efeito da suplementação de leucina na síntese proteica muscular. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 17, p. 367-378, 2009.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2016.

McGREGOR, R.A.; POPPITT, S.D. Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence. **Nutrition & Metabolism**, v. 10, n. 46, 2013.

MELO, F.F.; BORDONAL, V.C. Relação do consumo da *whey protein* isolada e como coadjuvante na atividade física. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3, n. 17, p. 478-487, 2009.

MELO, M.G.D.; DÓRIA, G.A.A.; SERAFINI, M.R.; ARAÚJO, A.A.S. Valores de referência Hematológicos e Bioquímicos de Ratos (*Rattus norvegicus* linhagem Wistar) provenientes do biotério central da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, n. 8, 2012.

MIYAHIRA, M.A.M.; FAVARO, S.P.; CICONINI, G.; SOUZA, C. F.T.; KORB, R.A.P.; SANTOS, G.P. Caracterização do óleo de amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1827-1831.**

MORAES, E.A.; CARRARO, J.C.C.; DANTAS, M.I.S.; COSTA, N.M.B.; RIBEIRO, S.M.R.; MARTINO, H.S.D. Qualidade proteica e eficiência alimentar de farinhas integrais de linhaça obtidas de sementes cruas e submetidas a tratamento térmico. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 531-536, 2010.

MORAIS, R.; MEDEIROS, R.R.; LIBERALI, R. Eficácia da suplementação de proteínas no treinamento de força. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 10, p. 265-276, 2008.

MOREIRA, F.P.; RODRIGUES, K.L. Conhecimento nutricional e suplementação alimentar por praticantes de exercícios físicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 5, p. 370-373, 2014.

MORTENSEN, L.S.; HOLMER-JENSEN, J.; HARTVIGSEN, M.L.; JENSEN, V.K.; ASTRUP, A.; DE VRESE, M.; HOLST, J.J.; HERMANSEN, K. Effects of different fractions of whey protein on postprandial lipid and hormone responses in type 2 diabetes. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, n. 7, p. 799-805, 2012.

NASCIMENTO, T.B.; BAPTISTA, R.F.F.; PEREIRA, P.C.; CAMPOS, D.H.S.; LEOPOLDO, A.S.; LEOPOLDO, A.P.L.; JUNIOR, S.A.O.; PADOVANI, C.R.; CIGONA, A.C.; CORDELINI, S. Alterações vasculares em ratos obesos por dieta rica em gordura: papel da via L-arginina/NO endotelial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, n. 1, p. 40-45, 2011.

NEGRELLE, R.G.B. *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng.: Aspectos botânicos, ecológicos, etnobotânicos e agrônômicos. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 1061-1066, 2015.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NERY, C.S.; PINHEIRO, I.L.; MUNIZ, G.S.; VASCONCELOS, D.A.A.; FRANÇA, S.P.; NASCIMENTO, E. Medidas murinométricas e eficiência alimentar em ratos provenientes de ninhadas reduzidas na lactação e submetidos ou não ao exercício de natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n. 1, p. 49-55, 2011.

NEVES, L.; CARREIRA, T. **Bioquímica**. Associação de Estudantes da Faculdade de Ciências de Lisboa, 6ªed. Lisboa, 2003.

NICASTRO, H.; DATTOLO, M.; SANTOS, T. R.; PADILHA, H.V.G.; ZIMBERG, I. Z.; CRISPIM, C.A.; STULLBACH, T.E. Aplicação da Escala de Conhecimento Nutricional em Atletas Profissionais e Amadores de Atletismo, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 3, p. 205-208, 2008.

NOGUEIRA, F.R.S.; SOUZA, A.A.; BRITO, A.F. Prevalência do uso e efeitos de recursos ergogênicos por praticantes de musculação nas academias brasileiras: uma revisão sistematizada. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 1, p. 16-30, 2013.

NOVELLI, M.; POCAI, A.; SKALICKY, M.; VIIDIK, A.; BERGAMINI, E.; MASIELLO, P. Effects on long-life exercise on circulating free fatty acids and muscle triglyceride content in aging rats. **Experimental Gerontology**, v. 39, p. 1333-40, 2004.

NOVELLI, E.L.B.; DINIZ, Y.S.; GALHARDI, C.M.; EBAID, G.M.X.; RODRIGUES, H.G.; MANI, F.; FERNANDES, A.A.H.; CICOGNA, A.C.; NOVELLI FILHO, J.L.V.B. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. **Laboratory Animals Ltd. Laboratory Animals**, v. 41, n. 1, p. 111-119, 2007.

NUNES, R.; SILVA, P.; ALVES, J.; STEFANI, G.; PETRY, M.; RHODEN, C.; DAL LAGO, P.; SCHNEIDER, C. D. Effects of resistance training associated with whey protein supplementation on liver and kidney biomarkers in rats. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 38, p. 1166-1169, 2013.

NURO, D.; BRITO, L.; CHAVES, R.; BRITO, R.; SOUZA-LEMOES, C. Comparações das dosagens bioquímicas de glicose, colesterol e triglicérido de atletas de futebol e homens sedentários. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 11, n. 11, p. 43-50, 2010.

OLEDZKA, I.; WLODARSKI, K.; PARADZIEJ-LUKOWICZ, J.; BACZEK, T. Comparative evaluation of tissue protein separations applying one-dimensional gel electrophoresis and capillary gel electrophoresis. **The Open Proteomics Journal**, v. 5, p. 17-21, 2012.

OLIVEIRA D.F.; BRAVO C.E.C.; TONIAL I.B. Soro de leite: Um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, p. 64-71, 2012.

OLIVEIRA, L.C.B.P.; LARUCCIA, G.S.; MELO, K.C.A.; DINIZ, I.G.; ARAÚJO, L.B.A. Análise Centesimal e comparativa de suplementos de proteínas do soro

do leite bovino: *whey protein*. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 51, p. 223-231, 2015.

OLIVEIRA, E.; TRENTIN, T.C.; CAMARGO, F.; PINTO, Y.D.P.; MARTINS, D.B. Eletroforese: conceitos e aplicações. **Centro Científico Conhecer**, v. 11, n. 22, p. 1129-1149, 2015.

PAIM, J.A.; LOPES, A.L.; FERREIRA, T.R.; CONCEIÇÃO, M.C.A. Síntese proteica muscular e influência da suplementação de ômega 3: aspectos atuais. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 6, n. 3, 2014.

PANVELOSKI-COSTA, A.N.; PAPOTI, M.; MOREIRA, R.J.; SERAPHIM, P.M. Respostas lactacidêmicas de ratos ao treinamento intermitente de alta intensidade. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 2, 2012.

PEDROSA, R. G.; DONATO JUNIOR, J.; TIRAPEGUI, J. Dieta rica em proteína na redução do peso corporal. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 1, p.105-111, 2009.

PEREIRA, A.R.C.; DIAS, M.R.C. A influência do treinamento resistido na manutenção óssea e prevenção da osteoporose durante o envelhecimento. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, n. 12, p. 1-20, 2012.

PERES, Rodolfo. **Viva em dieta, viva melhor**: aplicações práticas de nutrição. 2 ed. São Paulo: Phorte editora, 2013. cap. 2 pag. 47.

PIAIA, C.C.; ROCHA, F.Y.; VALE, G.D.B.F.G. Nutrição no exercício físico e controle de peso corporal. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 4, p. 40-48, 2007.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PHILLIPS, B.E.; HILL, D.S.; ATHERTON, J.P. Regulation of muscle protein syntheses in humans. **Current Opinion Clinical Nutrition Metabolism Care**, v. 15, n. 1, 2012.

POTGIETER, S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 26, n. 1, p. 6-16, 2013.

QUEIROZ, C.O.; MUNARO, H.L.R. Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular e a auto percepção de saúde em idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 15, n. 3, p. 547-553, 2012.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, J.GC. AIN-93. Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the formulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, v. 123, n. 11, p. 1939-51, 1993.

RENHE, I.R.T. O papel do leite na nutrição. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 363, v. 63, p. 36-43, 2008.

RIBEIRO, M.B.T. **Efeitos do envelhecimento e do treinamento de força sobre a morfologia e vias de sinalização de atrofia e hipertrofia nos músculos gastrocnêmio e sóleo em ratos.** [Dissertação], Brasília (DF): Universidade de Brasília, 2015.

ROCHA, N.N.R. Efeito do exercício de força na glicose sanguínea e análise dos valores lipídicos e na composição corporal após o uso da leucina em pacientes com sobrepeso. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 5, n. 30, p. 488-492, 2011.

RODRIGUES, M.D.; BORIN, S.H.; SILVA, C.A. Relações metabólicas em ratos sob o treinamento anaeróbio em escada. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. 2016.

ROGERO, M.M.; TIRAPGUI, T. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 563-575, 2008.

ROMERO, F.G.; CAPERUTO, E.C.; MAIA, A.F.; FERREIRA, L.G. Bases moleculares das ações da testosterona, hormônio de crescimento e IGF-I sobre a hipertrofia muscular esquelética e respostas ao treinamento de força. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 12, n. 2, p. 187-208, 2013.

SANTOS, A.C.A.S.; CARVALHO e MARTINS, M.C.; PEREIRA, L.A.C.; BARROS, N.S.; CARVALHO, M.L. Efeitos da Suplementação Alimentar com *Whey Protein* e Leucina em Ratos Normais. **Journal Health Science**, v. 18, n. 2, p. 121-128, 2016.

SECCHI, K.V.; MORAIS, C.P.; CIMATTI, P.F.; TOKARS, E.; GOMES, A.R.S. Efeito do alongamento e do exercício contra resistido no músculo esquelético de rato. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 12, n. 3, p. 228-234, 2008.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro do leite. **Revista de Nutrição**, n. 17, v. 4, p. 397-409, 2004.

SGARBIERI, V.C., Revisão: Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p. 43-56, 2005.

SGARBIERI, V. C.; ZIEGLER, F. L. F.; CASTRO, G. A. **Componentes do leite e sistema imune.** In: **ANTUNES, A. E. C.; PACHECO, M. T. B. Leite para adultos – Mitos e fatos frente à ciência.** São Paulo: Livraria Varela, 2009.

SHONS, P.F.; LEITE, A.V.; NOVELLO, D.; BERNARDI, D.M.; MORATO, P.N.; ROCHA, L.M.; REIS, S.M.P.M.; MIYASAKA, C.K. Eficiência proteica da lentilha (*Lens culinaris*) no desenvolvimento de ratos Wistar. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, p. 255-260, 2009.

SILVA, M.S.; NAVES, M.M.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O. S.M. Composição química e valor proteico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.

SONG, S.; HOOIVELD, G.J.; LI, M.; ZHAO, F.; ZHANG, W.; XU, X.; MULLER, M.; LI, C.; ZHOU, G. Dietary soy and meat proteins induce distinct physiological and gene expression changes in rats. **Scientific Reports**, n. 6, p. 1-12, 2016.

SOUSA, G.T.; LIRA, F.S.; ROSA J.C.; OLIVEIRA, E.P.; OYAMA, L.M.; SANTOS, R.V.; PIMENTEL, G.D. Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. **Lipids in Health and Disease**, v. 11, n. 67, 2012.

SOUSA, A.G.O.; FERNANDES, S.C.; NAVES, M.M.V. Eficiência alimentar e qualidade proteica das sementes de baru e pequi procedentes do Cerrado brasileiro. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 2, p. 274-280, 2012.

SOUZA, T.M.F.; CESAR, M.C.; BORIN, J.P.; GONELLI, P.R.G.; SIMÕES, R.A.; MONTEBELO, M.I.L. Efeitos do treinamento de resistência de força com alto número de repetições no consumo máximo de oxigênio e limiar ventilatório de mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 6, p. 513-517, 2008.

SOUZA, L.B.L.; PALMEIRA, M.E.; PALMEIRA, E.O. Eficácia do uso de *whey protein* associado ao exercício, comparada a outras fontes proteicas sobre a massa muscular de indivíduos jovens e saudáveis. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 54, p. 607-613, 2015.

SOUZA, L.R.; BOSSI, L.C. Treinamento resistido versus aeróbio: influência na composição corporal feminina 20-30 anos. **Revista Digital Educación Física y Deportes, Buenos Aires**, v. 17, n. 172, 2012. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd172/treinamento-resistido-versus-aerobio.htm>> Acesso em: 01 de Set. 2016.

TANG, J. E.; PHILLIPS, S. M. Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 12, p. 66-71, 2009.

TANG, J.E.; MOORE, D.R.; KUJBIDA, G.W.; TARNOPOLSKY, M.A.; PHILLIPS, S.M. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. **The American Physiological Society**, v. 107, p. 987-992, 2009.

TAVARES, R.L.; TOSCANO, L.T.; TOSCANO, L.T.; AQUINO, J.S.; SILVA, A.S. Treinamento de força reduz perfil glicêmico de ratos. **Nutrire**, v. 40, n. 1, p. 63-70, 2015.

TEIXEIRA, K.R.; SILVA, M.E.; NEVES, L.X.; SANTOS, R.C.; PEDROSA, M.L.; HARAGUCHI, F.K. *Whey protein* improves HDL/mon-HDL Ratio and Body Weight Gain in Rats Subjectes to the Resistance Exercise. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6, p. 943-950, 2012.

TERADA, L.C.; GODOI, M.R.de; SILVA, T.C.V.; MONTEIRO, T.L. Efeitos metabólicos da suplementação do *Whey Protein* em praticantes de exercícios com pesos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 3. n. 16. p. 295-304, 2009.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dypterix alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 15, n. 1, p. 66-69, 1995.

TONON, C.R.; DE MELLO, M.A.R.; DIAS, T.F.; ANARUMA, C.A. Teor Protéico da Dieta e Crescimento Muscular em Ratos Submetidos ao Treinamento Anaeróbio. **Motriz**, v. 7, n.2, p. 69-74, 2001.

VARGAS, C. S.; FERNANDES, R. H.; LUPION, R. Prevalência de uso de suplementos nutricionais em praticantes de atividade física de diferentes modalidades. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, n. 9, v. 52, p. 343-349, 2015.

VENNE, T.A.C.; BURD, N.A.; PHILLIPS, S.M. Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism. **Nutrition & Metabolism**, v. 9, n. 40, 2012.

VOLTARELLI, F.A.; MELLO, M.A.R. Desnutrição: metabolismo proteico e recuperação nutricional associada ao exercício. **Motriz**, v. 14, n. 1, p. 74-84, 2008.

WAKEFIELD, A. P.; HOUSE, J. D.; OGBORN, M. R.; WEILER, H. A.; AUKEMA, H. M. A diet with 35% of energy from protein leads to kidney damage in female Sprague–Dawley rats. **British Journal of Nutrition**, v. 106, p. 656-663, 2011.

WILBORN, C.D.; TAYLOR, L.W.; OUTLAW, J.; WILLIAMS, L.; CAMPBELL, B.; FOSTER, C.A.; SMITH-RYAN, A.; URBINA, S.; HAYWARD, S. The Effects of Pre and Pos-Exercise Whey vs. Casein Protein Consumption on Body. **Journal of Sports Science Medicine**, v.12, n. 1, p. 74-79, 2013.

WILKINSON, S.B.; PHILLIPS, S.M.; ATHERTON, P.J.; PATEL, R.; YARASHESKI, K.E.; TARNOPOLSKY, M.A.; RENNIE, M.J. Differential effects of resistance and endurance exercise in the fed state on signaling molecule phosphorylation and protein synthesis in human muscle. **The Physiology Society**, p. 3701-3717, 2008.

WOLFE, R.R. Protein supplements and exercise. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 2, p. 551-557, 2000.

ZAIA, D.A.M.; ZAIA, C.T.B.V.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**, v. 21, n. 6, 1998.

ZAMBÃO, J.E.; ROCCO, C.S.; HEYDE, M.E.D.V.D. Relação entre a suplementação de proteína do soro do leite e hipertrofia muscular: uma revisão. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 50, p.179-192, 2015.

ZANCHI, N.E.; FERREIRA, L.G.; SIQUEIRA FILHO M.A.; FELITTI, V.; NICASTRO, H.; BUENO, C.B.; LIRA, F.S.; NAIMO, M.A.; CAMPOS-FERRAZ, P.; NUNES, M.T.; SEELAENDER, M.; CARVALHO, C.R.O.; BLACHIER, F.; JUNIOR LANCHI, A.H. Dose and latency effects of leucine supplementation in modulating glucose homeostasis: opposite effects in healthy and glucocorticoid-induced insulin-resistance states. **Nutrients**, v. 4, p. 1851-1861, 2012.

ZIEGLER, F.L.F. **Avaliação do efeito da suplementação com proteínas lácteas sobre pacientes com leucemia mieloide aguda (LMA), na mucosite induzida por quimioterápicos e em células leucêmicas.** [Tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2010.

ZIEGLER, F. L. F.; CASTRO, G.; MORENO, Y. F.; OYA, V.; VILELA, M. M. S.; SGARBIERI, V. C. Partial chemical and functional characterization of milk whey products obtained by different processes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, p. 56-64, 2012.

ANEXO 1



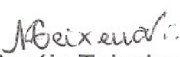
Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFMS



C E R T I F I C A D O

Certificamos que o projeto intitulado "Suplementação proteica com amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart) e "whey" em ratos Wistar", Protocolo nº 678/2015 sob a responsabilidade de **Fabiane La Flor Ziegler Sanches** - que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS, em reunião ordinária do dia 26 de maio de 2015.

Vigência do Projeto	25/11/2015 a 16/04/2016
Espécie/Linhagem ou Raça	<i>Rattus norvegicus</i> / Wistar
Números de Animais	80
Peso/Idade	60-100g/21dias
Sexo	Macho
Origem (fornecedor)	Biotério Central/CCBS/UFMS


Maria Araújo Teixeira

Coordenadora da CEUA/UFMS
Campo Grande, 27 de maio de 2015.

Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA
<http://www.propp.ufms.br/ceua>
ceua.2000@gmail.com
fone (67) 3345-7186

ANEXO 2

Imprimir

<https://mg.mail.yahoo.com/neo/launch?.rand=7gh5l0pe33pth#5242569328>

Assunto: [RBME] Decisão editorial - Aceito

De: Revista Brasileira de Medicina do Esporte RBME (noreply.ojs@scielo.org)

Para: marilmr@yahoo.com.br;

Data: Quinta-feira, 16 de Fevereiro de 2017 14:19

Prezado(a) Doutor(a) Você Marília de Lima Mendes Ramos,

Informamos a V.Sa. a conclusão da avaliação do manuscrito "Suplementação com amêndoa de bacuri na composição corporal de ratos submetidos ao exercício." foi aprovado para publicação na Revista Brasileira de Medicina do Esporte.

Agradecemos sua colaboração e se for de seu interesse, para consulta ao seu artigo após a publicação, acesse no site da SciELO www.scielo.br/rbme.

Colocamo-nos à disposição para suas observações.

Atenciosamente

Revista Brasileira de Medicina do Esporte RBME

atharbme@uol.com.br

Ana Carolina de Assis / Arthur T. Assis

Atha Comunicação e Editora

Tel/Fax:55-11-5579-5308

Revista Brasileira de Medicina do Esporte

<http://submission.scielo.br/index.php/rbme>