

Avaliação in vivo da qualidade proteica de hambúrguer com fibras alimentares[#]

In vivo evaluation biological of protein quality of hamburgers containing fibers

Tiffany Prokopp Hautrive*

Ângela Souza Rodrigues**

Karine Ines Bolson Moro**

Gilberti Helena Hübscher**

Ernesto Hashime Kubota**

164

O Mundo da Saúde, São Paulo - 2015;39(2):164-173
Artigo Original • Original Paper

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar a qualidade proteica de hambúrgueres elaborados com quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada, por meio da resposta biológica em ratos. Foram utilizados ratos machos *Wistar*, alimentados por um período de 28 dias com as seguintes dietas experimentais: dieta aprotéica, dieta com caseína e dietas-testes, onde a caseína foi substituída por farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). Foram avaliados o ganho de peso, o consumo alimentar, a quantidade de proteína ingerida, o coeficiente de qualidade proteica (PER), a razão protéica líquida (NPR) e a digestibilidade verdadeira (DV) dos animais alimentados com diferentes tipos de farinhas de hambúrguer. O ganho de peso foi maior no grupo HT. O PER variou de 2,33 (caseína) a 1,94 (HQ) e o NPR de 2,65 (caseína) a 2,22 (HQ). A DV para as farinhas de hambúrguer foram menores que 90%. Verificou-se que os hambúrgueres com fibras oferecidos aos animais em forma de farinhas apresentaram menor eficiência em relação a caseína. Entretanto possuem uma boa qualidade proteica, fato que possibilita a inclusão dos mesmos em dietas de indivíduos saudáveis.

Palavras-chave: Qualidade dos Alimentos. Tecnologia de Alimentos. Nutrição em Saúde Pública. Fibras na Dieta. Ratos.

Abstract

This study aimed to evaluate the protein quality of hamburgers made with chitosan and golden flaxseed meal defatted through biological response in rats. Male *Wistar* rats were fed for 28 days with the following experimental treatments: protein diet and diets diet with casein-tests where casein was replaced by traditional burger meal (HT), burger meal with chitosan (HQ) and burger meal with golden defatted flaxseed meal (HLD). Weight gain was evaluated, food consumption, the amount of protein intake, the protein quality ratio (PER), Net protein ratio (NPR) and true digestibility (DV) of the animals fed with different types of flour burger. Weight gain was higher in the HT group. The PER ranged from 2.33 (casein) to 1,94 (HQ) and the NPR 2,65 (casein) to 2,22 (HQ). The DV for hamburger meal was lower than 90%. It was found that the burgers with fibers offered to animals in the form of flour showed lower efficiency compared to casein. However they have a good protein quality, a fact that allows their inclusion in diets of healthy individuals.

Keywords: Food Quality. Food Technology. Nutrition, Public Health. Dietary Fibers. Rats.

DOI: 10.15343/0104-7809.20153902164173

[#] Baseado na Tese de doutorado: "Hautrive TP. Elaboração e avaliação de produtos cárneos com adição de ingredientes funcionais através de seus efeitos no metabolismo de ratos". Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, 2014". Orientador: Ernesto Hashime Kubota.

* Departamento de Tecnologia e Ciências de Alimentos, Santa Maria-RS, Brasil. E-mail: tiffanyhautrive@yahoo.com.br

** Departamento de Tecnologia e Ciências de Alimentos, Santa Maria-RS, Brasil.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

INTRODUÇÃO

As proteínas são compostos orgânicos complexos, essenciais aos organismos dos animais e humanos. Além de exercerem importantes funções no metabolismo, são carreadoras de íons e moléculas, hormônios, células de defesa, fonte energética e estrutural. Outrossim, fornecem ao organismo quantidades adequadas de aminoácidos para a síntese e manutenção dos tecidos corporais e para realização de demandas metabólicas específicas^{1,2}.

Avaliar a qualidade proteica dos alimentos é um procedimento relevante, uma vez que o efeito benéfico da proteína sobre o metabolismo depende de alguns aspectos como sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, presença ou ausência de toxicidade e de fatores antinutricionais³.

A digestibilidade é um parâmetro nutricional que avalia a utilização de uma fonte de proteína pelo sistema digestório e pode ser influenciada por alguns fatores como: compostos fenólicos existentes no alimento, inibidores da proteína e tratamento térmico utilizado para cocção⁴. Determinado aminoácido pode estar presente numa proteína, entretanto pouco aproveitado pelo organismo, em função da necessidade de ser digerido e absorvido⁵. Em se tratando de qualidade nutricional, ganha destaque a importância da proteína das carnes, todavia, é exíguo o número de pesquisas que avaliam a qualidade proteica de produtos cárneos, seus efeitos sobre o crescimento ponderal, ou mesmo sua capacidade de atuação como fator nutricional.

Vários pesquisadores na área de ciência e tecnologia de carnes e seus derivados elaboram produtos com adição de fibras alimentares, extratos de plantas, óleos vegetais e diversas especiarias com o intuito de fornecer um alimento com propriedades funcionais e agregar valor de saúde ao produto desenvolvido. No entanto, pouco se conhece quanto à qualidade proteica desses produtos cárneos, que necessitam de modelos experimentais com animais em fase de crescimento, em razão da eficiência na digestão e absorção de proteínas no metabolismo, semelhante à dos humanos⁶.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade proteica *in vivo* de hambúrgueres elaborados com adição de quitosana e farinha de linhaça dourada desengordurada, transformados em farinha e incorporados como fonte proteica na dieta de ratos jovens da linhagem *wistar*.

MÉTODO

Aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob protocolo substanciado de nº 125/2011 e foi desenvolvido nos laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil.

Formulações

As carnes bovinas utilizadas na elaboração dos hambúrgueres foram adquiridas em um estabelecimento comercial do município de Santa Maria – RS. As fibras alimentares adicionadas nos hambúrgueres foram a farinha de linhaça dourada desengordurada e a quitosana. A farinha de linhaça foi cedida pela Cisbra®, Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. A quitosana foi doada pela Selachi® Ind. Com. Imp. Exp. Ltda, Fortaleza, Ceará, Brasil. Os demais ingredientes para elaboração dos hambúrgueres foram fornecidos pela Bremil® Indústria de Produtos Alimentícios, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.

Foram preparadas 3 formulações de hambúrgueres. A formulação básica foi constituída de carne bovina (81,55%), gordura bovina (10%), sal (1,65%), água (4,0%), proteína texturizada de soja (2,0%), condimento para hambúrguer (0,55%) e fixador de cor (0,25%). A formulação básica foi o hambúrguer tradicional. Nos demais, foram incorporadas fontes de fibras alimentares em substituição a gordura. Uma formulação foi substituída por 7,5% de farinha de linhaça dourada desengordurada e a outra por 6% de quitosana.

As diferentes proporções de fibras adicionadas aos produtos se deram em função da distinta porcentagem de fibra alimentar total

da quitosana e da farinha de linhaça dourada desengordurada. As formulações foram calculadas de modo que apresentassem 3g de fibra alimentar em 100g do produto pronto, visando possibilitar o fornecimento de um alimento que possa apresentar a seguinte alegação de propriedade funcional: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”⁷.

Para a elaboração dos hambúrgueres a carne foi cortada em cubos e fragmentada em moedor elétrico (marca Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil) com disco de 8 mm sendo a gordura moída em discos de 5 mm. Foram adicionados na carne e na gordura animal, primeiramente, o sal e a água, para extração das proteínas miofibrilares. Posteriormente, pimenta, alho, cebola, proteína de soja, antioxidante e as fibras alimentares (farinha de linhaça e/ou quitosana em pó).

A mistura cárnea foi homogeneizada em misturadeira (marca Jamar®, modelo MJ 35, Tupã, São Paulo, Brasil) até obtenção da liga e em seguida embalada em tripa artificial de calibre 115mm. Tendo permanecido em câmara de congelamento a uma temperatura de -18°C por 12 horas, foi a seguir fatiada em fatiador de frios da marca Palladium (Balneário Camboriu, Santa Catarina, Brasil) obtendo-se hambúrgueres com peso líquido médio de 55 g e 10 cm de diâmetro cada. Estes foram embalados, acondicionados e armazenados em freezer sob a temperatura de -18°C.

Posteriormente, foram grelhados em chapa aquecida, com tempo de cozimento médio de 9 minutos e temperatura interna de 73°C. Em seguida, submetidos à secagem em estufa de ar circulante, à temperatura de 55±5°C, durante 48 horas. Após passarem por processo de trituração para obtenção de farinhas de hambúrguer, estas farinhas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos rotulados e mantidas em freezer (-18 °C) até a análise da composição química e preparação das dietas experimentais.

Composição química

Os teores de proteínas, lipídios, cinzas e umidade foram analisados em triplicata nas

farinhas de hambúrguer. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas, utilizou-se o fator 6,25⁸. O percentual de lipídios foi obtido pelo método Bligh & Dyer⁹. A umidade quantificada pelo método de secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C⁸. Já a determinação de cinzas foi realizada através da incineração em mufla à temperatura de 550 °C⁸.

O percentual de carboidratos totais inclui a fibra alimentar total e foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais e cinzas. Os resultados foram utilizados para a previsão das quantidades de farinhas de hambúrguer a serem adicionadas nas dietas experimentais dos ratos.

O valor energético das dietas ofertadas aos animais foi resultante dos quantitativos de proteínas, lipídios e carboidratos dos ingredientes incluídos nas dietas, considerando 4 Kcal/g para proteínas e carboidratos e 9 Kcal/g para lipídios.

Dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas baseando-se na dieta-padrão da AIN 93G¹⁰. Foram preparadas as seguintes dietas: dieta com caseína (controle), dieta aprotéica e dietas testes, onde a caseína foi substituída, como fonte de proteína, por hambúrguer tradicional (sem fibras alimentares) (HT), hambúrguer com quitosana (HQ) e hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD). Todas as dietas, com a exceção da aprotéica, foram ajustadas de modo a apresentarem os mesmos teores de proteínas (15%), lipídios e energia, sendo que os ajustes foram feitos pela modificação na quantidade adicionada de amido de milho e/ou de óleo de soja.

Todos os ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais estão demonstrados na Tabela 1, sendo que os componentes comuns entre as dietas são oriundos dos mesmos lotes. Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica, misturados manualmente em vasilhas plásticas. Tal mistura foi peneirada por 3 vezes, para perfeita homogeneização e uniformidade dos ingredientes. Após o preparo, as dietas foram identificadas e armazenadas no freezer a

uma temperatura de -18 °C até o momento do consumo pelos animais. As dietas foram elabo-

radas semanalmente para minimizar a oxidação lipídica e oferecidas na forma de pó aos animais.

Tabela 1. Composição (g/kg) das dietas experimentais fornecidas aos animais, Santa Maria (RS), 2014.

Ingredientes	Aprotéica	Caseína	Farinha de Hambúrguer Tradicional	Farinha de Hambúrguer com Quitosana	Farinha de Hambúrguer com Farinha de Linhaça
Amido de milho	729,5	532,9	540,2	523,9	534,9
Proteína	0	200	244,5	255,5	248,1
Sacarose	100	100	100	100	100
Óleo de soja	70	66,6	14,8	20,1	16,5
Fibra (celulose)	50	50	50	50	50
Mix minerais*	35	35	35	35	35
Mix vitaminas*	10	10	10	10	10
L-cisteína	3	3	3	3	3
TBHQ	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Proteína (%)	0	17,0	16,9	16,9	16,7
Carboidrato (%)	84,0	66,6	66,8	66,8	67,2
Lipídio (%)	7	7	7	7	7
Kcal	394,8	384,4	387,3	387,1	390,7

* Mix minerais (por kg de mix): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;

** Mix vitaminas (por kg de mix): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

Condução do ensaio biológico

Foram utilizados 35 ratos machos, da linhagem *Wistar*, recém desmamados, em média com 24 dias de idade e peso de 45 g, provenientes do Biotério da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Os animais estavam livres de patógenos específicos e foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos, sendo cada grupo composto de sete roedores.

Os animais foram alocados em gaiolas metabólicas individuais, de tela aramada, malha de 10 mm tipo gaveta com piso quadriculado de 10 x 10 mm e de cor branca. Estas possuíam uma bandeja para coleta de fezes e urina. As gaiolas metabólicas foram dispostas contíguas entre si de forma que

os animais ficassem próximos e conseguissem se enxergar, não se sentindo tão isolados, com a possibilidade de interação com os demais.

Os animais foram mantidos em ambiente de temperatura controlada a 22±1 °C e ciclo de 12 horas claro/escuro, por um período de 05 dias de adaptação com ração comercial e 28 dias de ensaio experimental. Durante os 33 dias os ratos receberam água e suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*. A água e as dietas foram servidas para os animais em comedouros de barro de material resistente e fácil higienização.

O coeficiente de eficiência alimentar foi estimado dividindo o ganho de peso total dos animais (g) pelo consumo total de dieta (g).

As fezes foram coletadas durante 05 dias e armazenadas em recipientes individuais e mantidas sob refrigeração para posterior análise.

Qualidade proteica

A qualidade proteica das dietas foi avaliada por meio da determinação do coeficiente de eficácia proteica (PER), da razão proteica líquida (NPR) e da digestibilidade verdadeira (DV). O PER foi obtido pela expressão que relaciona o ganho de peso (g) do grupo teste em relação à proteína ingerida por este¹¹.

A proteína consumida foi estabelecida de acordo com o consumo alimentar dos animais e equivalência de proteína adicionada na dieta. O coeficiente de eficácia proteica relativo (RPER) foi definido considerando como 100% o resultado do PER da dieta padrão (caseína).

Os dados do ganho de peso do grupo-teste somados à perda de peso do grupo de dieta aprotéica, divididos pelo consumo de proteína do grupo-teste, resultaram na NPR¹².

A razão proteica líquida relativa (RNPR) foi baseada considerando como 100% o resultado de NPR da dieta padrão (caseína).

A digestibilidade verdadeira se deu por meio da coleta das fezes dos animais, que foram secas em estufa a 105°C, por 24h, resfriadas no dessecador, pesadas e trituradas. A quantidade de nitrogênio (microKjeldahl) foi de acordo com método da AOAC⁸. Posteriormente, a DV foi calculada com base nos dados relativos às quantidades de nitrogênio ingerido na dieta, excretada nas fezes, além da perda metabólica nas fezes, relacionadas à quantidade de nitrogênio excretada pelos ratos alimentados com a dieta aprotéica¹¹.

Ao final do experimento, após permanecerem em jejum de 12 horas, os animais foram anestesiados com xilazina e quetamina, na concentração respectiva, de 200 mg/150 mg por kg de peso corporal. A coleta de sangue para as análises, efetivou-se por meio de laparotomia. O sangue foi centrifugado para obtenção do soro e conservado sob refrigeração (4°C) até as análises bioquímicas de Albumina e Proteínas Totais. Com o sangue total analisou-se a

hemoglobina total. As análises foram realizadas por kits enzimáticos colorimétricos Labtest® e a leitura em espectrofotômetro.

Análise de dados

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Os resultados foram digitados em planilha do Excel e analisados no software SAS¹⁴ por meio de Análise de variância (Anova), a fim de verificar diferença entre os grupos experimentais. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

A composição química das farinhas de hambúrguer agregadas às dietas experimentais está expressa na Tabela 2. No que se refere ao teor de cinzas, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos. A porcentagem de proteína foi maior que 63%, sendo que o HT e o HLD apresentaram porcentagem superior em relação a HQ ($p < 0,05$). A quantidade de lipídios foi superior no HT e diferiu significativamente ($p < 0,05$) dos demais (HQ e HLD). O percentual de carboidrato no HT (4,03%) foi 203% inferior comparado ao HQ (12,21%) e 109% menor ao HLD (8,43%).

Em relação ao ganho de peso dos animais demonstrados na Tabela 3, o grupo HQ obteve menor ganho de peso (149,96g) quando comparado aos outros grupos (caseína 156,73g, HT 160,10g e HLD 151,27g) ($p < 0,05$). No entanto, o consumo de alimento (caseína 450,0 g, HT 470,51g e HLD 473,25g) e conseqüentemente o de proteína, foi maior nos animais do HQ (514,93 e 77,24) respectivamente ($p < 0,05$).

O grupo alimentado com HQ demonstrou maior consumo de nitrogênio na dieta, avaliado pelo consumo total em maior quantidade e, por conseqüência, maior ingestão proteica ($p < 0,05$) (Tabela 3). Os animais dos grupos HQ e HLD que consumiram dietas contendo farinhas de hambúrguer com fibras, apresentaram maior nitrogênio fecal e diferiram dos demais ($p < 0,05$), o que refletiu em uma menor digestibilidade verdadeira. O grupo caseína foi o que obteve maior digestibilidade verdadeira 96,16% ($p < 0,05$).

Tabela 2. Composição química das farinhas de hambúrguer adicionadas nas dietas experimentais, Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis (%)	Farinhas de hambúrguer		
	HT	HQ	HLD
Cinzas	7,73±0,02 ^a	7,57±0,19 ^a	8,44±0,15 ^a
Proteína	65,2±0,49 ^a	63,95±1,03 ^{ab}	65,82±0,16 ^a
Lipídios	22,56±1,24 ^a	19,52±0,24 ^b	15,15±1,71 ^c
Carboidrato	4,03±0,25 ^c	12,21±0,12 ^a	8,43±0,18 ^b

HT: farinha de hambúrguer tradicional, HQ: farinha de hambúrguer com quitosana e HLD: farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3. Ganho de peso, consumo alimentar, coeficiente de eficiência alimentar e proteína ingerida pelos animais com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça dourada desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis	Fontes proteicas			
	Caseína	HT	HQ	HLD
Ganho de peso (g)	156,73 ± 12,98 ^a	160,09 ± 10,86 ^a	149,96 ± 10,13 ^c	152,27 ± 8,33 ^{ab}
Consumo alimentar (g)	450,00 ± 42,63 ^b	470,65 ± 51,34 ^{ab}	514,93 ± 22,38 ^a	473,25 ± 34,45 ^{ab}
Coeficiente de eficiência alimentar	0,35 ± 0,03 ^a	0,34 ± 0,02 ^{ab}	0,29 ± 0,02 ^c	0,32 ± 0,03 ^b
Proteína ingerida (g)	67,50 ± 6,39 ^{bc}	70,60±7,70 ^b	77,24±3,43 ^a	70,99±5,17 ^b
DV (%)	96,16 ± 1,25 ^a	90,89 ± 1,27 ^{ab}	85,68 ± 2,68 ^{bc}	80,48 ± 10,52 ^c

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Analisando os resultados na tabela 4, observa-se que o PER, RPER, NPR e RNPR apresentaram diferenças (p<0,05) entre os tratamentos. O HQ quantificou menores resultados quando comparados com os demais grupos alimentados com caseína, HT e HLD.

As concentrações de albumina, hemoglobina e proteína total dos animais evidenciaram grande variabilidade entre os tratamentos, como se pode observar na Tabela 5. Não houve diferença entre os grupos teste em relação a albumina sérica. O grupo que recebeu a caseína

apresentou o menor valor de albumina diferindo (p < 0,05) dos demais grupos. Concernente à concentração de hemoglobina, o grupo caseína obteve índices mais elevados quando comparados aos grupos alimentados com dieta contendo farinhas de hambúrgueres. Analisando as proteínas totais, não houve diferença significativa (p<0,05).

DISCUSSÃO

Vários autores analisaram a composição proteica de diferentes farinhas de carnes. Hernandez

et al.¹⁵ ao avaliarem vários cortes de carnes de frango, bovina e suína desidratadas, encontraram um percentual de proteínas de 83,4% no peito de frango, 71,2% na coxa de frango, 70,3% no fígado de frango, 75,3% na alcatra bovina, 87,2% no lombo bovino, 70% no fígado bovino e 72% no lombo suíno. Negrão et al.¹⁶ aferiram a carne mecanicamente separada

desengordurada de frango e o peito de frango em forma de farinha desidratada, encontrando respectivamente, 84,3% e 77,3% de proteína e 2,87% e 12,42% de lipídios. Pires et al.¹⁷ pesquisaram a qualidade proteica de alguns alimentos e observaram na carne bovina liofilizada, um teor de 81,76% de proteína, já na carne de rã sem osso desidratada 84,55%.

Tabela 4. Valores médios de Coeficiente de eficácia proteica (PER), Coeficiente de eficácia proteica relativa (RPER), Razão protéica líquida (NPR) e Razão proteica líquida relativa (RNPR) dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Variáveis	Fontes proteicas			
	Caseína	HT	HQ	HLD
PER	2,33 ± 0,17 ^a	2,28 ± 0,12 ^{ab}	1,94 ± 1,94 ^c	2,15 ± 0,17 ^b
RPER (%)	100,00 ± 0,00 ^a	97,76 ± 4,96 ^{ab}	83,34 ± 4,54 ^c	92,40 ± 7,27 ^b
NPR	2,65 ± 0,19 ^a	2,59 ± 0,15 ^{ab}	2,22 ± 0,11 ^c	2,46 ± 0,19 ^b
RNPR (%)	100,00 ± 0,00 ^a	97,53 ± 5,71 ^{ab}	83,75 ± 4,04 ^c	92,68 ± 7,07 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tabela 5. Albumina sérica, hemoglobina e proteínas totais dos animais alimentados com dietas contendo caseína, farinha de hambúrguer tradicional (HT), farinha de hambúrguer com quitosana (HQ) e farinha de hambúrguer com farinha de linhaça desengordurada (HLD), Santa Maria (RS), 2014.

Parâmetros bioquímicos (g/dL)	Fontes proteicas			
	Caseína	HT	HQ	HLD
Albumina sérica	3,11 ± 0,56 ^b	3,23 ± 0,42 ^a	3,68 ± 0,84 ^a	3,30 ± 0,43 ^a
Hemoglobina	13,47 ± 2,82 ^a	10,81 ± 2,77 ^{ab}	9,37 ± 1,69 ^b	10,86 ± 2,44 ^{ab}
Proteínas totais	6,60 ± 0,72 ^a	7,72 ± 1,76 ^{ab}	8,52 ± 2,19 ^a	8,65 ± 1,10 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão (n = 7).

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Dos estudos em questão, pode-se verificar que, as análises das quantidades proteicas de diferentes tipos de cortes de carnes obtiveram um teor proteico superior ao desta pesquisa. Isto porque, os demais estudos dos supracitados autores avaliaram a carne in natura e este

trabalho foi realizado com produto cárneo, que além da carne possui outros ingredientes como especiarias, proteína de soja e fibras alimentares.

A quantidade de lipídios superior no HT (p<0,05) em relação a HQ e HLD pode ser atribuída ao maior percentual de gordura dos

hambúrgueres (9,43%) comparado aos demais. No que diz respeito à análise do carboidrato, os grupos HQ e o HLD apresentaram índices mais elevados, que podem ter sido influenciados pelo maior teor de fibra alimentar da quitosana e da linhaça desengordurada incorporadas.

O ganho de peso dos animais que receberam caseína foi semelhante ao dos que receberam HT e HLD (Tabela 3). Contrapondo este estudo, Negrão et al.¹⁶ avaliaram a qualidade proteica da carne mecanicamente separada desengordurada de frango e encontraram valores de ganho de peso, consumo alimentar e consumo de proteína menores para o grupo alimentado com caseína. No entanto, o consumo de alimento e, conseqüentemente de proteína, foi maior nos animais do HQ ($p < 0,05$), o qual resultou em uma proporção menor de conversão alimentar, o que significa que estes animais necessitaram ingerir mais ração do que os outros grupos para aumentar o ganho de peso. Uma das causas indicativas deste dado é a quantidade total de fibra presente no hambúrguer, por favorecer o aumento do peristaltismo e diminuir a carga glicêmica do alimento.

A digestibilidade verdadeira foi menor nos grupos HQ e HLD quando comparados ao grupo que recebeu a caseína. A digestibilidade é a medida da quantidade de proteína ingerida e absorvida no trato gastrointestinal. A parte não digerida, eliminada nas fezes, é um indicador da qualidade nutricional, pois está relacionada à disponibilidade de aminoácidos ao organismo¹⁸. Negrão et al.¹⁶ também obtiveram uma digestibilidade verdadeira menor nos animais alimentados com carne de frango mecanicamente separada (92,9%), quando comparados à caseína (96,3%), fato associado ao baixo conteúdo de lisina no frango.

Hernandez et al.¹⁵ analisando a digestibilidade de carne de frango, bovina e suína, encontraram os seguintes percentuais: 88,3% para o peito de frango, 89,1% para a coxa de frango, 83,8% para o fígado de frango, 88,2% para alcatra bovina, 89,3% para o lombo bovino, 83,4% para o fígado bovino e 90% no lombo de suína. Garcia et al.¹⁹ avaliando a carne de charque demonstraram que mesmo após o processo de cocção, não houve alteração das propriedades

nutricionais relacionadas à qualidade proteica, tendo ainda o cozimento melhorado a digestibilidade do charque quando comparado à forma crua, respectivamente, 99,6% e 96,3%. A digestibilidade aumentada na carne cozida alterou alguns componentes proteicos, particularmente o colágeno, que desnaturou e gelatinizou, tendo sua metabolização se tornado mais eficaz.

O PER variou de 2,33 (caseína) a 1,94 (HQ) e o NPR de 2,65 (caseína) a 2,22 (HQ). Negrão et al.¹⁶ encontraram valores superiores de PER e NPR, para carne mecanicamente separada e desengordurada de frango e peito de frango, 3,42 e 3,54, respectivamente, de PER e 3,19 e 3,68 de NPR. Da mesma forma, Hernandez et al.¹⁵ analisando cortes de frango, bovino e suíno desidratados, obtiveram um PER de 3,36 para o peito de frango, 3,30 para a coxa de frango, 2,99 para o fígado de frango, 2,92 para a alcatra bovina, 3,41 para o lombo bovino, 3,03 para o fígado bovino, 2,87 para o lombo suíno. Reis e Oliveira²⁰ compararam a carne de avestruz com a caseína e apresentaram para a carne de avestruz um PER de 4,07 e NPR de 2,94.

Friedman²² considera uma proteína de baixa qualidade, um PER abaixo de 1,5, qualidade média, valores de 1,5 a 2,0 e acima de 2,0 uma proteína de alto valor nutritivo. Algumas proteínas apresentam valores de PER que diminuem à medida que aumenta a concentração dessas proteínas na dieta muito acima de 10%, entretanto outras, só alcançam seu valor máximo em concentrações superiores a 10%²³. O PER se baseia na relação do crescimento de animais jovens pela proteína consumida. Apesar de ser um método conhecido para avaliação da qualidade proteica, ainda pode ser considerado insuficiente, pois nem sempre o aumento de peso é reflexo da incorporação das proteínas, fazendo-se necessário o uso de outras metodologias para avaliar a referida análise¹³.

Neste estudo, o HQ foi o único que apresentou valor abaixo de 2,0, sendo então considerado uma proteína de qualidade média. Os resultados dos demais grupos caracterizaram suas proteínas como sendo de alto valor biológico.

No que se refere ao RPER, seu percentual foi de 92,40% para o HLD e de 83,34% para o

HQ. Babji et al.²¹ encontraram valores de RPER maiores quando avaliaram a qualidade proteica da carne mecanicamente separada de frango e da carcaça de frango cozida, 93,48% e 96,58%, respectivamente.

A albumina reflete a ingestão de proteínas especializadas em condições experimentais. Tal assertiva se aplica ao caso de animais alojados que são alimentados com dietas deficientes em proteína²⁴. Os resultados deste estudo, vieram a confirmar que as dietas estavam com uma quantidade equilibrada de proteínas já que a concentração de albumina mostrou-se adequada.

Os ratos que receberam dietas contendo farinhas de hambúrgueres apresentaram baixas concentrações de hemoglobina. Tal fato pode ter sido influenciado pela adição de fibra alimentar e especiarias nos hambúrgueres, que ocasionaram diminuição da disponibilidade do ferro. Foi observada maior interferência no HQ, Pontualmente o grupo que teve maior quantidade de fibra insolúvel. Mitruka & Rawnsley²⁵ demonstram os seguintes valores de referência para ratos machos da linhagem wistar: hemoglobina 13,4 a 15,8g/dl, albumina 2,7 a 5,1g/dl

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva, 2003.
2. Miillward DJ, Layman DK, Tomé D, Schaafsma G. Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. *Am J Clinical Nutr.* 2008, 87 (5): 1576S-1581S.
3. Monteiro JBR, Costa NMB, Esteves EA, Milagres KH. Avaliação da qualidade proteica de dois formulados em pó, à base de soja enriquecidos com zinco, selênio e magnésio para utilização em nutrição enteral. *Ciênc Tecnol Aliment [internet].* 2004 [acesso 2013 set 18]; 24 (1): [cerca de 4 p.]. Disponível em: www.scielo.br/pdf/cta/v24n1/20032.pdf. doi: 10.1590/S0101-20612004000100002.
4. Mesquita FR, Correa AD, Abreu CMP. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*): composição química e digestibilidade proteica. *Ciênc agrotec [internet].* 2007 [acesso 2013 set 20]; 31(4): [cerca de 4 p.]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/26.pdf>. doi: 10.1590/S1413-70542007000400026.
5. Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Cruz GADR, Mendes FQ, Costa NMB. Digestibilidade in vitro e in vivo de proteínas de alimentos: estudo comparativo. *Alim Nutr [internet].* 2006 [acesso 2013 set 20]; 17(1): [cerca de 10 p.]. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/111/124>.
6. Fao. Recent developments in protein quality evaluation. Disponível em: www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm. Acesso em 13 nov 2013.
7. Brasil. Resolução nº. 19, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para Procedimento de Registro de Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em Sua Rotulagem. *Diário Oficial da União* 1999; 30 abr.
8. Association Official Analytical Chemists (Aoac). Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists, 16th ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.
9. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physio.* 1959, 37 (8): [about 7 p.]. doi: 10.1139/o59-099.
10. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey Jr GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr.* 1993, 23 (11): [about 12 p.]. Available from: <http://jn.nutrition.org/content/123/11/1939.long>.

e para proteínas totais 4,7 a 8,15 g/dl. Portanto, todos os grupos de animais, independente da dieta, apresentaram concentrações adequadas de albumina e proteínas totais.

CONCLUSÃO

As dietas experimentais contendo diferentes tipos de farinhas de hambúrguer proporcionaram crescimento, ganho de peso e desenvolvimento dentro da normalidade nos animais. Todavia, observou-se que as fibras alimentares adicionadas aos hambúrgueres contribuíram para menores valores de PER, NPR e DV que a caseína. De acordo com a albumina e proteínas totais foi observado que os animais apresentaram um aporte proteico adequado e mantiveram-se saudáveis.

Portanto, permite-se concluir que apesar das farinhas de hambúrguer proporcionarem menor eficiência proteica que a caseína, em virtude da média qualidade proteica e boa digestibilidade verdadeira, os hambúrgueres com fibras obtiveram bom aproveitamento pelo metabolismo dos animais, podendo ser uma alternativa de consumo pela população.

11. Association Official Analytical Chemists (Aoac). Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists, Washington: AOAC, 1975. 1094p.
12. Bender AE, Doell BH. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. *British Journal of Nutrition*, 1957,11:138-143.
13. Pellet PL, Young VR. Evaluation of protein quality in experimental animals. In: *Nutritional Evaluation of Protein foods*. Tokio: The United Nations University, 1980.
14. Sas Institute. Sas software: chances and enhancements through release 6.12. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997.
15. Hernandez M, Montalvo I, Souza V, Sotelo A. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal vegetable protein are similar or higher than those of animal foods alone. *J Nutr*. 1996, 126 (1):574-581.
16. Negrão CC, Mizubuti IY, Morita MC, Colli C, Ida EI, Shimokomaki M. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. *Food Chem* [internet]. 2007 [acesso 2013 ago 22]; 90(4): [about 5 p.]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604003656>. doi:10.1016/j.foodchem.2004.05.017.
17. Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Cruz GADR, Mendes FQ, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Ciênc Tecnol Aliment* [internet], 2006, [acesso 2013 ago 21]; 26 (1): [cerca 8 p.]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000100029&script=sci_arttext. doi: 10.1590/S0101-20612006000100029.
18. Pellet P.L. Protein quality evaluation revisited. *Food technol*.1978, (32):60-79.
19. Garcia FA, Mizubuti IY, Kanashiro MY, Shimokomaki M. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. *Food Chem* [internet], 2001 [acesso 2013 ago 20]; 75: [about 5 p.]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814601002266>. Dói: 10.1016/S0308-8146(01)00226-6.
20. Reis LS, Oliveira TC. Ostrich (*Strutio camelus*) Meat Protein Quality and Digestibility. *Rev Bras Ciênc Avíc* [internet], 2008 [acesso 2013 set 20]; 10: [about 4 p.]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2008000300009&script=sci_arttext. Dói: 10.1590/S1516-635X2008000300009.
21. Babji AS, Froning GW, Satterlee LD. Protein nutritional quality of mechanically deboned poultry meat as predicted by the C-PER assay. *J Food Sci Nutr* [internet], 1980 [acesso 2013 ago 29]; 45: [about 3 p.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1980.tb04070.x/abstract>. Dói: 10.1111/j.1365-2621.1980.tb04070.x.
22. Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *J Agric Food Chem* [internet], 1996, [acesso 2013 nov 10], 44(1): [about 24 p.]. Available from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9400167>. Dói: 10.1021/jf9400167.
23. Sgarbieri VC. *Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações*. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.
24. Mahan LK, Escott-Stump S. *Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia*, 13a edição, São Paulo: Roca, 2013.
25. Mitruka BM, Rawnsley HM. 1977. *Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals*. 65 p. Masson Publ. Co., New York, USA.