

Eficiência proteica de hidrolisados de subprodutos da indústria de carnes e pescados no desenvolvimento de ratos wistar

Bruna Moreto¹; Thais Aline Castanha¹; Marianela Díaz Urrutia³; Leandro Daniel De Paris⁴; Frederico Rodrigues Lovato⁵; Sabine Zambiasi da Silva⁶; Daniela Miotto Bernardi⁷

¹ Nutricionista. Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel – PR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5734-0781>. <https://orcid.org/0000-0002-6895-1908>

³ Engenheira agrônoma, nutricionista. Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel – PR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5047-953X>.

⁴ Engenheiro químico, doutor em engenharia química. Falbom Agroindustrial Ltda., Toledo – PR. ORCID:

⁵ Engenheiro químico, Mestre em Processos químicos e biotecnológicos. Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Cascavel (FUNDETEC), Cascavel – PR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5226-1873>.

⁶ Nutricionista, Mestre em Engenharia agrícola. Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel – PR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6931-3601>. E-

⁷ Nutricionista, doutora em Alimentos e Nutrição. Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel – PR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9019-3835>. E-mail: dani_miotto@yahoo.com.br

Resumo: O aproveitamento de subprodutos da indústria de alimentos diminui desperdício de resíduos de boa qualidade nutricional, bem como o impacto ambiental. Objetivou-se avaliar a eficiência proteica de três hidrolisados produzidos a partir de subprodutos da indústria de carne suína, aves e pescados. Métodos: Vinte e oito ratos machos da linhagem *Wistar* foram agrupados em quatro grupos: Grupo Controle (GC), que recebeu dieta AIN-93G; Grupo hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de tilápia (GHT); Grupo hidrolisado proteico de fígado suíno (GHS); e Grupo hidrolisado proteico de fígado de aves (GHA), sendo que os três últimos grupos receberam dieta AIN-93G com substituição da caseína pelo referido hidrolisado. Avaliou-se balanço nitrogenado, digestibilidade aparente, valor biológico aparente, coeficiente de eficiência proteica e utilização proteica líquida aparente. Resultados: O GC apresentou o maior balanço nitrogenado seguido, dos grupos GHS, GHA e GHT. O maior índice de digestibilidade aparente foi para o GC. Não houve diferença entre os demais grupos experimentais. O valor biológico aparente do GHS não diferiu do GC e ambos foram maiores que o grupo GHS e este maior que o GHT. Os grupos GHS e GHA tiveram coeficientes de eficiência proteica semelhantes ao GC, sendo os três maiores que os demais. Os grupos GHS, GHA e GHT tiveram menores índices de utilização proteica líquida que o GC e não diferiram entre si. Conclusão: A qualidade proteica dos hidrolisados suíno e de aves foi superior ao de carcaça e cabeça de tilápia.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais; Proteína; Ensaio biológico

Protein efficiency of hydrolysates from by-products of the meat and fish industry in the development of wistar rats

Abstract: The use of by-products from the food industry reduces waste of good nutritional quality residues, as well as the environmental impact. The objective was to evaluate the protein efficiency of three hydrolysates produced from by-products of the pork, poultry and fish industry. Methods: Twenty-eight male Wistar rats were grouped into four groups: Control Group (CG), which received the AIN-93G diet; Protein hydrolyzate group of tilapia carcass and head (HTG); Swine liver protein hydrolyzate group (HSG); and Poultry liver hydrolyzed group (HPG), with the last three groups receiving AIN-93G diet with replacement of casein by the aforementioned hydrolyzate. Nitrogen balance, apparent digestibility, apparent biological value, protein efficiency coefficient and apparent net protein utilization were evaluated. Results: The CG showed the highest nitrogen balance in a row, of the HSG, HPG and HTG groups. The highest index of apparent digestibility was for the CG. There was no difference between the other experimental groups. The apparent biological value of the HSG did not differ from the CG and both were greater than the HSG group and this greater than the HTG. The HSG and HPG groups had protein efficiency coefficients similar to the CG, the three being higher than the others. The HSG, HPG and HTG groups had lower rates of liquid protein use than the CG and did not differ between them. Conclusion: The protein quality of swine and poultry hydrolysates was superior to that of tilapia carcass and head.

Keywords: agro-industrial waste. Protein. Biological assay

Introdução

A carne suína é a fonte de proteína animal com maior produção mundial, representa 29,86% do total, seguido da carne de frango com 22,97% do total (SANTOS et al., 2011), sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais. Em relação ao consumo e produção nacional de pescado, esta se posiciona aquém do desejado (SCHULTER et al., 2017) A alta produção e processamento dessas fontes proteicas, especialmente de pescados resulta também na geração de subprodutos, que se não forem aproveitados possuem potencial poluidor (LOPES et al., 2016; LIMA, 2013).

Assim, e considerando que os subprodutos da indústria de carnes e pescados referem um baixo valor de mercado (BROGGI, 2014) e que os produtores buscam gerir adequadamente estes resíduos (SANTOS, 2016), a indústria mostra interesse na utilização destes subprodutos para produzir hidrolisados proteicos que podem ser incorporados em formulações especiais (OLIVEIRA, 2013).

Os hidrolisados proteicos são o resultado da fragmentação das proteínas através da clivagem das ligações peptídicas, que resulta em peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos livres (AFONSO, 2008; KRISTINSSON et al., 2000). E as características do hidrolisado dependeram de três fatores: origem da proteína, tamanho da cadeia peptídica e tipo de hidrólise (ANANTHARAMAN et al., 1993) a qual pode ser química ou enzimática, sendo esta última a mais adequada para posterior aplicação nutricional, já que resulta em hidrolisados com perfil peptídico bem definido, preserva os L-aminoácidos e ao contrário da hidrólise química, não forma D-aminoácidos nem substâncias tóxicas como a lisinoalanina, que afetam a qualidade proteica do produto final (LAHL et al., 1994).

Os hidrolisados proteicos foram selecionados considerando que se trata de uma tecnologia adequada para transformar subprodutos de origem animal em ingredientes de alta qualidade que podem ser empregados na produção de rações, pela sua qualidade nutricional, por possuírem aminoácidos essenciais (DIETERICH, 2014)

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência proteica de três hidrolisados à base de subprodutos da indústria de carnes suína, aves e pescados, no desenvolvimento de ratos *Wistar*.

Materiais e Métodos

O ensaio biológico foi conduzido no Biotério do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, com 28 ratos machos da linhagem *Wistar* recém-desmamados com 21 dias, adquiridos no mesmo biotério, e mantidos em gaiolas individuais sob temperatura controlada ($22 \pm 2^\circ\text{C}$), e com luminosidade alternada em ciclos de claro e escuro, com duração de 12 h cada um. O protocolo do estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (CEUA-FAG) (nº 002/2017).

O experimento teve uma duração de 36 dias, sendo os primeiros 8 dias para adaptação às condições experimentais. Neste período, os animais tiveram acesso livre à água filtrada e ração comercial (linha Biotec, marca BioBase).

No primeiro dia do período experimental (nono dia), os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos experimentais com sete animais cada, sendo Grupo Controle (GC) alimentado com Dieta AIN-93G (REEVES et al., 1993); Grupo Hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de Tilápia (GHT) alimentado com Dieta AIN-93G (REEVES et al., 1993) com substituição da caseína pelo referido hidrolisado; Grupo Hidrolisado proteico de fígado Suíno (GHS) alimentado com Dieta AIN-93G (REEVES et al., 1993) com substituição da caseína pelo referido hidrolisado e Grupo Hidrolisado proteico de fígado de Aves (GHA) alimentado com Dieta AIN-93G (REEVES et al., 1993) com substituição da caseína pelo referido hidrolisado.

A composição das dietas experimentais foi baseada nas recomendações do *American Institute of Nutrition* (REEVES et al., 1993) para crescimento, com teor proteico modificado de 17% para 10%.

As dietas foram elaboradas no laboratório de Nutrição do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. Todos os ingredientes que foram misturados e moldados em *pellets*, que na sequência foram alocados em estufa de circulação de ar (ETHIK) para secagem em temperatura entre 60 a 65°C por quatro dias. Os *pellets* produzidos, foram armazenados sob refrigeração, a fim de evitar proliferação de microrganismos.

Durante todo o período experimental, os animais tiveram acesso livre às dietas e à água filtrada. A ingestão alimentar (g) e o peso corporal (g) foram monitoradas durante este período. Foram calculados o ganho de massa corporal (GM), a ingestão alimentar total e diária (IA) e o coeficiente de conversão alimentar ($CA = \text{ingestão alimentar total} \div \text{ganho de peso corporal}$).

Tanto as fezes como a urina dos animais foram coletadas diariamente, para logo serem armazenadas em frascos individuais, à urina foram adicionados 5 mL de ácido clorídrico (5%)

para evitar proliferação microbiana. Todas as amostras foram mantidas sob refrigeração para posterior determinação do teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahal (Método 037/IV) (IAL, 2008).

Para a eutanásia dos animais os mesmos passaram por um jejum prévio de 12 h para logo serem anestesiados com isoflurano e posteriormente decapitados com uso de guilhotina, sempre na presença de um médico veterinário. Posteriormente, procedeu-se à incisão para coleta dos órgãos: baço, coração, fígado e rins, os quais foram limpos e pesados em balança analítica (SHIMADZU, MODELO UX420H).

Para desidratação das carcaças, as mesmas foram dispostas em bandejas de aço inox em estufa de circulação de ar (ETHIK[®]) para secagem em temperatura de 70°C durante seis dias e logo foram trituradas em liquidificador industrial de baixa rotação (JL Colombo[®]). Na sequência, as carcaças foram destinadas à análise centesimal conforme os métodos descritos no manual Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada pelo método 012/IV, a proteína pelo método 037/IV, os lipídeos pelo método 032/IV, as cinzas pelo método 018/IV e o carboidrato total foi calculado por diferença.

Avaliou-se a qualidade dos hidrolisados proteicos sob três aspectos:

- Com base no balanço de nitrogênio: Foram calculados os índices: Balanço Nitrogenado (BN), Digestibilidade aparente ($D_a\%$) e Valor Biológico aparente ($VB_a\%$) (COSTA et al., 2014).
- Com base no crescimento: Foi calculado o coeficiente de eficiência proteica (PER) (COSTA et al., 2014).
- Com base na retenção de nitrogênio: Foi calculada a utilização proteica líquida aparente (NPU_{apar}) (COSTA et al., 2014).

Todos os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para avaliar diferenças entre os tratamentos e o teste de comparações múltiplas de Tukey, *à posteriori*, quando necessário. Para todas as análises estatísticas, foi adotado como nível de significância $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

Este estudo investigou a qualidade de três hidrolisados proteicos produzidos a partir de fígado suíno, fígado de aves e carcaça e cabeça de tilápia. De maneira geral, o desempenho dos

hidrolisados de fígado suíno e fígado de aves, avaliado por diversos indicadores, foi superior ao hidrolisado de carcaça e cabeça de tilápia.

Inicialmente, observa-se que os animais do grupo GHT tiveram IA inferior, ganharam menos peso e, portanto, foram menos eficientes em converter dieta em massa corporal, em comparação aos demais (Tabela 1). Este fato pode estar associado ao odor e sabor intrínsecos ao óleo presente no peixe e à peroxidarão lipídica no produto final (YARNPAKDEE et al. 2014). Durante o preparo do hidrolisado, alguma quantidade de óleo permanece, o que pode ter desencadeado características sensoriais desagradáveis à dieta.

Tabela 1 – Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) de animais experimentais alimentados com diferentes fontes proteicas.

	GC	GHT	GHS	GHA	Valor P
CRD	15,60±1,24 ^A	5,78±0,65 ^B	16,11±0,58 ^A	15,26±1,2 ^A	<0,001
GPD	4,93±0,60 ^A	0,15±0,07 ^D	4,25±0,17 ^B	3,25±0,36 ^C	<0,001
CA	3,18±0,26 ^B	53,03±40,47 ^A	3,79±0,17 ^B	4,72±0,41 ^B	<0,001

Medidas na coluna seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste tukey (p<0,05).

Consumo de ração diário (CRD), Ganho de peso diário (GPD); Conversão Alimentar (CA); Grupo Controle (GC); Grupo Hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de Tilápia (GHT); Grupo Hidrolisado proteico de fígado suíno (GHS); Grupo Hidrolisado proteico de fígado de aves (GHA).

Adicionalmente, o grupo GHS apresentou um ganho de peso corporal superior ao grupo GHA (Tabela 1). No entanto, essa diferença não impactou na CA, já que ambos tiveram esse coeficiente semelhante entre si e ao GC (Tabela 1). Sendo assim, estes hidrolisados não afetaram a capacidade dos animais de converter dieta em ganho de peso corporal. Este já pode ser um indício da boa qualidade de ambos, já que a qualidade da proteína da dieta é um dos principais fatores determinantes do ganho de peso corporal de roedores.

Na Tabela 2, estão apresentados os dados referentes à avaliação de eficiência proteica, onde é possível observar que o nitrogênio ingerido diferiu entre todos os grupos, possivelmente devido às diversas características sensoriais dos hidrolisados, cada grupo consumiu quantidades diferentes de ração. Quanto ao nitrogênio fecal, o GC e GHT não apresentaram dissimilaridade estatística entre si, porém, diferiram dos outros grupos que, por sua vez, também apresentaram diferença estatística entre eles. Por outro lado, o nitrogênio urinário não diferiu entre todos os grupos. Estes dados sobre excreção de nitrogênio, foram utilizados para realizar os cálculos de balanço nitrogenado.

Tabela 2 - Nitrogênio ingerido, nitrogênio fecal, nitrogênio urinário, balanço de nitrogênio, coeficiente de eficiência proteica, digestibilidade aparente, valor biológico aparente e utilização proteica líquida aparente de ratos alimentados com diferentes fontes proteicas

	GC	GHT	GHS	GHA	Valor P
N-ing	4,51±0,48 ^a	1,31±0,18 ^d	3,41±0,57 ^b	2,57±0,29 ^c	<0,001
N-fecal	0,15±0,05 ^c	0,15±0,12 ^c	0,53±0,05 ^a	0,41±0,05 ^b	<0,001
N-uri	0,63±0,29	0,38±0,09	0,57±0,15	0,48±0,14	0,0373
BN	3,71±0,70 ^a	0,77±0,19 ^d	2,30±0,71 ^b	1,67±0,33 ^c	<0,001
D_a %	96,41±1,49 ^a	88,08±10,19 ^b	83,94±3,54 ^b	89,67±2,97 ^b	<0,001
PER	2,32±0,18 ^a	0,24±0,12 ^b	2,50±0,11 ^a	2,38±0,22 ^a	<0,001
VB_a %	84,84±7,82 ^a	66,34±7,57 ^c	78,41±9,80 ^a	77,18±7,77 ^b	<0,001
NPU_a %	81,88±8,61 ^a	58,78±10,73 ^c	66,10±10,78 ^b	64,72±8,21 ^b	<0,001

Medidas na coluna seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste tukey ($p < 0,05$).

Nitrogênio ingerido (N-ing); Nitrogênio fecal (N-fecal); Nitrogênio urinário (N-uri); Balanço de nitrogênio (BN); Digestibilidade aparente (D_a %); Coeficiente de eficiência proteica (PER); Valor biológico aparente (VB_a %); Utilização proteica líquida aparente (NPU_a %); Grupo Controle (GC); Grupo Hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de Tilápia (GHT); Grupo Hidrolisado proteico de fígado suíno (GHS); Grupo Hidrolisado proteico de fígado de aves (GHA).

Levando em consideração que o BN determina se a ingestão de nitrogênio foi retida ou perdida através da urina e fezes (COZZOLINO, 2016), e sendo que em animais que estão desenvolvendo um crescimento adequado, este índice deve ser positivo (SGARBIERI, 1986), a Tabela 2, evidencia que todos os ratos conseguiram preservar o nitrogênio que consumiram com eficácia, pois, o BN foi positivo para todos os grupos. Entretanto, aprecia-se diferença significativa entre todos eles, onde o GHT foi aquele que apresentou a menor eficiência para incorporar o nitrogênio ingerido, e o GC foi o grupo que teve o melhor índice, seguido do GHS, GHA, respectivamente.

De modo geral, a digestibilidade de uma proteína, determina a proporção de nitrogênio que foi absorvido após a ingestão (COZZOLINO, 2016). No entanto, o índice de digestibilidade aparente, superestima a quantidade que foi digerida, em relação a digestibilidade verdadeira, pois não considera diminuir o nitrogênio fecal endógeno que inclui, aquele que provém das bactérias, da descamação dos enterócitos e de enzimas metabólicas (COSTA et al., 2014). Ou seja, a D_a% é o resultado do nitrogênio procedente dos alimentos junto com o nitrogênio produzido endogenamente. Dessa maneira, e considerando que o processo de hidrólise melhora a digestibilidade das proteínas, elevando a biodisponibilidade dos seus aminoácidos (DIETERICH, 2014), os três grupos de hidrolisados apresentam um adequado índice de digestibilidade (Tabela 2). Sendo que, depois do GC, que como já era esperado, foi o grupo que apresentou o melhor índice de todos os grupos experimentais, encontra-se o GHA com um

percentual de 89,67%, superior inclusive ao determinado em outro experimento (HERNÁNDEZ et al., 1995) onde a digestibilidade verdadeira encontrada na carne de frango foi de 83,3%. Em seguida, se encontra o GHT com um percentual semelhante ao encontrado em uma pesquisa (SARWAR et al., 1990) que estabelece que a digestibilidade aparente do atum é de 87%. Por último, se encontra o GHS, com 83%, que comparado à digestibilidade real de 90% encontrada por Hernández (1995) (HERNÁNDEZ et al., 1995) na carne suína foi um pouco inferior.

O PER, representa um parâmetro para determinar a qualidade proteica, relacionando o peso dos animais no fim do experimento com a quantidade de proteína que ingeriram, assim, considera-se que o PER abaixo de 1,5 é próprio de uma proteína de baixa qualidade, de 1,5 a 2,0, de qualidade média e, superior a 2,0 de alta qualidade (COSTA et al., 2014). A Tabela 2 evidencia que o PER do GC, GHS e GHA não teve dissemelhança estatística entre eles, e que se encontram próximos aos PER de importantes fontes proteicas como, a carne de vaca com 2,69 apontado por Cozzolino e Cominetti (2013), e a carne suína com 2,87 determinado por Hernández (1995). Por outro lado, o baixo índice de PER constatado no GHT, determina que a proteína deste hidrolisado é de qualidade inferior às demais.

O Valor Biológico, manifesta a porção do nitrogênio absorvido que o animal consegue reter, desconsiderando a digestibilidade (COSTA et al., 2014). Na Tabela 2, observa-se que, os grupos que apresentaram maior VB_a %, foram o GC e GHS, e que não diferiram entre si, seguidos do GHA e GHT, respectivamente. Ao confrontar estes resultados com os indicados na literatura (FENNEMA et al. 2010) para a carne com 74% e para o peixe com 76%, infere-se que dos hidrolisados, o GHS e GHA estão muito próximos desses valores, com 78,41% e 77,18%, respectivamente.

O NPU, avalia a quantidade de proteína que foi ingerida e permanece retida no organismo, é determinado através da análise das carcaças dos animais utilizados no experimento (COSTA et al., 2014; COZZOLINO e COMINNETTI, 2013). Na Tabela 2, verifica-se que o GC mostra o maior valor de NPU seguido do GHS. Por outro lado, o GHA e o GHT, apresentaram os valores mais baixos, respectivamente, sem disparidade estatística.

Os dados supracitados se explicam pela ingestão de ração reduzida que os animais do grupo GHT evidenciaram e que conseqüentemente resultou em um consumo deficiente de proteínas, que reflete numa constituição inferior, no que tange aos órgãos e ao peso corporal,

em comparação ao apresentado por animais com uma ingesta adequada do referido nutriente, independente do modelo experimental aplicado (GIACOMELLI et al., 2019)

O grupo GC apresentou pesos maiores para, carcaça, baço e fígado, seguido do GHS, sem diferença significativa entre eles. Na sequência, encontram-se o GHA e GHT que diferiram em seus resultados. Já em relação ao peso do coração e rim, os resultados se configuram de maneira decrescente, começando pelo GC seguido do GHS, GHA e GHT. Estes dados se relacionam ao tamanho que os animais de cada grupo manifestaram.

Na Tabela 3 estão apresentados os pesos das carcaças e dos órgãos dos animais. De modo geral, observa-se que tanto o peso das carcaças como o peso dos órgãos dos animais do GHT, são significativamente inferiores aos conferidos nos outros grupos.

Tabela 3 - Peso (g) dos órgãos e carcaças de animais dos grupos experimentais alimentados com diferentes fontes proteicas

	GC	GHT	GHS	GHA	Valor P
CARCAÇA	142,32±23,48 ^a	26,36±1,40 ^c	129,28±5,08 ^a	101,39±8,00 ^b	<0,001
BAÇO	0,52±0,04 ^a	0,11±0,01 ^c	0,51±0,03 ^a	0,33±0,02 ^b	<0,001
FÍGADO	8,4±1,33 ^a	2,19±0,30 ^c	8,86±0,91 ^a	7,25±0,55 ^b	<0,001
RIM	1,96±0,21 ^a	0,74±0,08 ^d	1,7±0,11 ^b	1,44±0,15 ^c	<0,001
CORAÇÃO	1,08±0,14 ^a	0,34±0,05 ^d	0,93±0,06 ^{bc}	0,87±0,13 ^c	<0,001

Medidas na coluna seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste tukey (p<0,05). Grupo Controle (GC); Grupo Hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de Tilápia (GHT); Grupo Hidrolisado proteico de fígado suíno (GHS); Grupo Hidrolisado proteico de fígado de aves (GHA).

Observa-se na Tabela 4, que não houve desigualdade significativa entre os grupos para, umidade, cinzas e proteínas. Entretanto, no que concerne ao conteúdo de lipídeos, o GHA, foi o grupo que apresentou o maior percentual, diferindo assim, dos demais grupos, que não mostram dissemelhança entre eles.

Tabela 4 - Composição centesimal (%) das carcaças dos animais experimentais alimentados com diferentes fontes proteicas

	GC	GHT	GHS	GHA	Valor P
Umidade	61,91±8,10	65,57±9,88	64,30±2,21	61,00±1,96	0,478
Lipídios	8,61±2,83 ^b	7,25±2,75 ^b	9,35±1,93 ^b	13,68±1,92 ^a	0,001
Cinzas	3,47±1,03	4,84±1,40	3,96±0,72	4,22±0,81	0,141
Proteína	22,17±4,07	20,61±6,71	20,45±1,14	20,49±1,47	0,809

Medidas na coluna seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste tukey (p<0,05). Grupo Controle (GC); Grupo Hidrolisado proteico de carcaça e cabeça de Tilápia (GHT); Grupo Hidrolisado proteico de fígado suíno (GHS); Grupo Hidrolisado proteico de fígado de aves (GHA).

Conclusão

Considerando que a indústria de carne de suínos e aves gera uma grande quantidade de subprodutos decorrentes das partes não comestíveis, a transformação em hidrolisados poderia ser utilizada como uma estratégia para o aproveitamento destes produtos, já que se apresentam eficientes como substitutos de fontes proteicas. Por outro lado, o hidrolisado de carcaça e cabeça de tilápia, precisa de aprimoramentos na produção para ser utilizado como fonte proteica na alimentação.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Falbom Agroindustrial Ltda. e a Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Cascavel, pelo apoio na pesquisa.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

AFONSO WOA. Obtenção de hidrolisados enzimáticos do concentrado proteico do soro de leite com elevado teor de di-tripeptídeos para utilização em nutrição clínica [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.

ANANTHARAMAN K, FINOT PA. Nutritional aspects of food proteins in relation to technology. *Food Rev. Int.* 1993 [acesso 2018 setembro 26]; 9: 629 – 655.

BROGGI JA. Hidrolisado proteico de sardinha (clupeidae) como atrativo alimentar para o jundiá (*rhamdia quelen*) [dissertação]. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2014.

COSTA NMB, PELUZIO MCG, MARTINO HSD, HENRIQUES GS. Nutrição experimental: Teoria e prática. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2014.

COZZOLINO SMF, COMINETTI C. Bases bioquímicas e fisiológicas da nutrição: Nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença. 1ª ed. Barueri: Manole; 2013.

COZZOLINO SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. 5ª ed. Barueri: Manole; 2016.

DIETERICH F. Development and Characterization of Protein Hydrolysates Originated from Animal Agro Industrial Byproducts. *J Dairy Vet Anim Res* 2014 [acesso 2018 outubro 10]; 1(2): 00012. DOI: 10.15406/jdvar.2014.01.00012

FENNEMA OR, DAMODARAN D, PARKIN KL. Química de Alimentos Fennema. 4ª ed. Artemed; 2010.

GIACOMELLI FRB, NATALI MRM. A utilização de ratos em modelos experimentais de carências nutricionais. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar* 1999 [acesso 2018 setembro 26]; 3 (3): 239-249.

HERNÁNDEZ M, MONTALVO I, SOUSA V, SOTELO A. The Protein Efficiency Ratios of 30:70 Mixtures of Animal:Vegetable Protein Are Similar or Higher than Those of the Animal Foods Alone. *American Intitute of Nutrition* 1995 [acesso 2018 outubro 10]; 2 (3166): 574-571.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos 4^a ed. 2008.

KRISTINSSON HG, RASCO BA. Biochemical and Functional Properties of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Muscle Proteins Hydrolyzed with Various Alkaline Proteases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000 [acesso 2018 outubro 10]; 48: 657–666.

LAHL WJ, BRAUN SD. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. *Food Technol* 1994 [acesso 2018 setembro 26]; 48: 67-68.

LIMA LKF. Reaproveitamenro de resíduos na cadeia agroindustrial do pescado. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura; 2013 [acesso 2018 setembro 27]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/968518/1/cnpasa.doc1.pdf>

LOPES IG, OLIVEIRA RG, RAMOS MF. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. *Biota Amazônia* 2016 [citado em 2018 setembro 24] 6 (2): 62-65. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6np62-65>

OLIVEIRA MSR. Obtenção de hidrolisado proteico de carne mecanicamente separada (cms) e carcaças manualmente desossadas (cmd) de frango por hidrólise enzimática [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2013.

ORDOÑEZ JA. Tecnologia de Alimentos: Componentes dos alimentos e processos. 1^a ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; 2007.

REEVES PG, NIELSEN FH, FAHEY JRGC. AIN-93 Purifi ed 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 [acesso 2018 setembro 17];123 (11) 1939-195.

SANTOS APB. Caracterização e aproveitamento do resíduo de pescado junto aos principais pontos de comercialização da Baixada Santista – SP [tese]. Pirassununga: Universidade de São Paulo; 2016.

SANTOS FILHO JI, MIELE M, MARTINS FM, TALAMINI DJT. Os 35 anos que mudaram a avicultura brasileira. Embrapa; 2011. Disponível em : <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48493/1/Os-35-anos-que-mudaram-a-avicultura-bras.pdf>

SARWAR G, MCDONNOUGH FE. Evaluation of protein digestibility-corrected amino acid score method for assessing protein quality of foods *J Assoc Off Anal Chem*. 1990 [acesso 2018 outubro 10]; 73(3): 347-56.

SCHULTER EP, VIEIRA FILHO JER. Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa

Econômica Aplicada; 2017 [acesso 2018 setembro 18]. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf.

SGARBIERI, VC. Alimentação e Nutrição Humana. Fator de saúde e desenvolvimento. 1ª ed. Campinas: UNICAMP, 1986.

YARNPAKDEE S, BENJAKUL S, KRINSTINSSON HG. Lipid oxidation and fishy odour in protein hydrolysate derived from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein isolate as influenced by haemoglobin. JSciFoodAgric 2014 [acesso 2018 setembro 18]; 94: 219-226. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.6235>