



CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL E NUTRICIONAL DE UM ISOLADO PROTÉICO OBTIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CAMARÃO ROSA (*Farfantepenaeus paulensis*)*

Patrícia Gomes COSTA**

Aline FONTANA**

Itiara VEIGA**

Carlos PRENTICE***

■ **RESUMO:** Os resíduos da industrialização de camarão rosa em Rio Grande, sul do Brasil, geram problemas de poluição ambiental devido ao seu descarte próximo à Laguna dos Patos. Estes resíduos apresentam vários componentes de interesse: quitina, proteína e astaxantina. O objetivo do trabalho foi obter um isolado protéico a partir de resíduos da industrialização do camarão rosa e estudar suas propriedades funcionais e nutricionais. O isolado protéico apresentou 33,2% de solubilidade em pH alcalino e a capacidade de retenção de água apresentou maior percentual (1,9g H₂O/ g proteína) em pH ácido (2,0) e temperatura de 50°C, capacidade de retenção de óleo de 0,9g óleo/ g proteína; capacidade de formação de espuma de 237,1% e estabilidade da espuma de 75,7%. O isolado protéico apresentou 89,0% de proteína (b.s.) e coeficiente de digestibilidade "in vivo" de 82,5%. Os aminoácidos essenciais presentes em maior concentração foram leucina (5,9%), lisina (5,0%) e isoleucina (3,8%), apresentando 1,9% de metionina, indicando potencial muito bom para utilização em formulações protéicas de alimentos.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Camarão; resíduos; extração química; isolado protéico.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade de vida das pessoas vem crescendo constantemente e esta, passa pelo conceito de alimentação saudável. Cada vez mais a população busca alimentos que, além de nutri-la, tragam benefícios à sua saúde. Baseados neste preceito, muitos estudos vêm sendo realizados com o intuito de enriquecer a alimentação das pessoas e identificar os alimentos funcionais existentes na alimentação em geral, ou seja, as propriedades de determinados nutrientes presentes nos alimentos, a fim de

auxiliarem na prevenção de doenças crônicas ou auxiliarem no processo de industrialização. O pescado é um alimento privilegiado em relação às proteínas e aos ácidos graxos polinsaturados.^{5,21} A hidrólise de suas proteínas libera peptídeos de baixo peso molecular, com propriedades hipotensoras, enquanto que seus ácidos graxos são reconhecidos pela capacidade de reduzirem os problemas cardiovasculares, devido à redução de triacilgliceróis, pressão arterial e agregação plaquetária, aumentando com isto a fluidez sanguínea.²⁹

Dado o exposto, verifica-se que o sul do Rio Grande do Sul é rico em subprodutos de alta qualidade, necessitando-se de estudos sobre a utilização e complementação deste na alimentação de animais e posteriormente na humana.^{22,26} Grande quantidade de resíduo de pescado, em especial de camarão rosa, é descartada diariamente em áreas adjacentes às instalações industriais e nos pontos de venda. Porém estes podem ser aproveitados, pois são potenciais fontes não convencionais de proteína para alimentação humana.^{23, 24, 25, 38, 39} Proteínas de pescado também apresentam bons resultados, de acordo com inúmeras pesquisas, quando utilizadas como complemento de rações animais.^{6, 9, 16, 18, 30, 40, 41}

As proteínas são constituídas de aminoácidos, quando ingeridas sofrem os processos bioquímicos, sendo absorvidas nos seus constituintes menores, tendo grande importância para o organismo, tanto humano como animal, uma vez que elas possuem múltiplas funções, todas de acordo com a sua conformação, variando desde uma estrutura de sustentação como colágeno e queratina.^{2, 36}

A avaliação da qualidade das proteínas passa por métodos e condições rígidas de controle, tais como: animais de laboratório ideais, com idade, linhagem e manejo adequados; além de concentrações de proteínas e lipídios nas dietas e excretas.²⁰ O objetivo do trabalho foi obter um isolado protéico a partir de resíduos da industrialização do camarão rosa (IPC) e a partir daí, verificar o potencial

* Trabalho elaborado com auxílio do CNPq (Processo Nº 55.2184/2005-5)

**Unidade de Pesquisa em Cianobactérias - Departamento de Química - Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG - 96201-900 - Rio Grande - RS - Brasil

***Laboratório de Tecnologia de Alimentos - Programa de Pesquisas em Processamento de Produtos Marinhos - Departamento de Química - Fundação Universidade Federal do Rio Grande - 96201-900 Rio Grande RS - Brasil

funcional e nutricional apresentado pelos isolados obtidos para adição em produtos de consumo humano direto.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima

Foram utilizados resíduos do processamento de camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) oriundos da Empresa de Armazenagem Frigorífica de Rio Grande RS, compostos por cascas e cabeças, havendo predominância de cascas. Logo após, os resíduos foram transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), para ser realizado o processo.

Obtenção do isolado protéico de camarão (IPC)

O processo de extração da proteína iniciou com tratamento alcalino da matéria-prima caracterizado como sendo os resíduos secos e moídos, controlando-se parâmetros como: o agente alcalinizante, sendo testadas soluções aquosas de hidróxidos de sódio (NaOH) e de potássio (KOH), tempo de processo (10 e 20min) e temperatura (15 e 20°C). Foi determinada em 1:20 a proporção entre a massa de matéria prima e o agente alcalinizante a concentração do agente alcalinizante foi de 0,25% em água.

Após o período de extração, realizou-se centrifugação a 5000xg por 15 minutos. O resíduo sólido da primeira extração sofreu uma segunda extração nas mesmas condições.

O sobrenadante da centrifugação foi submetido à precipitação ácida ao atingir o ponto isoelétrico da proteína (pH 4,5), onde foram controlados: o agente acidificante, sendo testados os ácidos clorídrico e acético, tempo (10 e 20min) e temperatura (30 e 40°C) na concentração de 1M. Após isto, foi realizada nova centrifugação onde o sobrenadante foi descartado e o produto precipitado foi submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 12h.

Caracterização do produto final

A caracterização do produto final consistiu em: análise física (pH), química (proteína, umidade, extrato etéreo, cinzas e fibras) e microbiológica (*Staphylococcus Coagulase* Positivo, presença de *Salmonella*, *coliformes fecais*, e *Bolores e leveduras*), onde umidade (930.15), cinzas (938.08) e proteína (940.25) foram realizados de acordo com AOAC³ e comparados com caseína-padrão, pH (XI-1) e extrato etéreo (XII-1 6.2) segundo Brasil⁷ e a fibra foi calculada por diferença. As análises microbiológicas seguiram metodologia descrita por Silva.³⁷

Determinação das propriedades funcionais

A solubilidade foi determinada de acordo com o

método de Morr et al.,²⁸ variando-se o pH (2, 4, 6, 8 e 10) de uma dispersão protéica 1% em solução de cloreto de sódio 3,5%, variou-se ainda a temperatura (30, 40 e 50°C) no período de agitação. O percentual de proteína solúvel foi determinado pelo método de Folin-Lowry.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada de acordo com método de Regenstein et al.³⁵ Foram preparadas dispersões protéica 1%, variando-se o pH (2, 4, 6, 8 e 10) em solução de cloreto de sódio 0,5M, variou-se também a temperatura (30, 40 e 50°C). Após agitação por 1h, a amostra foi centrifugada a 3000xg por 15min. O percentual de proteína do sobrenadante foi determinado pelo método de Folin-Lowry e o do precipitado por diferença com a amostra inicial.

A capacidade de retenção de óleo (CRO) foi determinada de acordo com o método descrito por Fonkwe & Singh.¹⁷ Foi utilizado 0,5g de amostra, misturado com 10mL de óleo de soja e agitado por 10min a 100xg por 30min a temperatura de 30°C. Logo após, a mistura foi centrifugada a 2500xg por 20min. e o volume de óleo não absorvido foi descartado.

A capacidade de formação de espuma (CESP) foi determinada através do método de Phillips & Finley,³² partindo-se de 50mL de uma dispersão protéica 3%, mantida sob agitação durante 30min. Logo após foi transferida para uma proveta graduada de 250mL. A expansão do volume foi medida conforme a Equação 1:

$$\text{CESP} = \frac{V_0 \text{ (mL)} \times 100}{50} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: V_0 = volume inicial de espuma incluindo o líquido

A estabilidade espumante (EESP) foi avaliada conforme descrito por Patel et al.³¹ e Howell & Taylor,¹⁹ foram medidos, em quintuplicata: o volume de líquido drenado, o colapso da espuma e o tempo em que correram ambos os eventos.

Determinação das propriedades nutricionais

A determinação de aminoácidos foi realizada em analisador Beckman 6300 (Beckman Instruments Inc., Palo Alto, CA). Hidrolise com LiOH 4N para determinação do triptofano por 24h à 110°C ± 1°C. As demais amostras foram hidrolisadas por 22h a 110°C ± 1°C em HCl 6N sob atmosfera de nitrogênio. O coeficiente de digestibilidade foi determinado através de hidrólise enzimática, seguindo metodologia adaptada de Augusto-Ruiz.⁴

A avaliação biológica do IPC foi determinada utilizando-se 40 ratos da cepa Wistar, submetidos a dietas experimentais, contendo o IPC como única fonte protéica, durante 10 dias (*ad libitum*). Os animais foram divididos

(em blocos casualizados) em tratamentos com duplicatas (gaiolas coletivas com quatro animais), permanecendo em ambiente climatizado, onde foram controlados, a ingestão de água e a dieta; as excretas (diariamente) e o peso corporal aos cinco dias e ao final do experimento, calculando-se assim, o ganho de peso dos animais. Transcorridos 10 dias de tratamento, os ratos sofreram eutanásia. Para a avaliação das rações, calcularam-se a utilização líquida de proteína (NPU), o coeficiente de eficiência alimentar (CEA), o valor biológico das proteínas (VB) e as digestibilidades: protéica e lipídica.

O preparo das dietas experimentais foram realizadas de acordo com Miller & Bender²⁷ e Reeves et al.³⁴ tendo 10% de proteína, 15% de lipídios, 1% de fibras, 1% de mistura vitamínica, 3,5% de mistura mineral, 0,25% de colina, 0,3% de L-cistina, e glicídios para a complementação da ração. Os tratamentos utilizados variaram quanto à fonte protéica em estudo, sendo: caseína (dieta padrão), dieta aptotéica e IPC.

Os ingredientes foram pesados e misturados, em seguida umedecidos com gel de amido 8%, peletizados com peletizadora manual, e secos em estufa a 50°C, durante aproximadamente 24h. Para a elaboração das dietas, levou-se em consideração a composição intrínseca do IPC, bem como as necessidades nutricionais dos animais.

Experimento biológico

O experimento foi realizado no Biotério Central da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), utilizando-se para isto, 40 ratos machos da cepa Wistar, desmamados aos 21 dias, com peso corporal entre 40 e 60g. Os animais foram adaptados durante quatro dias com dieta implantação [10% proteína (caseína) e 8% lipídios (óleo de arroz)], permanecendo em ambiente climatizado (23±1°C), com ciclos de claro/escuro de 12h. Após este período de aclimação, os animais foram pesados e distribuídos ao acaso, segundo tabela randômica, em gaiolas metálicas e coletivas, trabalhando-se em 2 blocos e 3 tratamentos, com duplicata de gaiolas, sendo que os tratamentos de caseína e dieta aptotéica foram realizados em quadruplicata.

Durante 10 dias os animais foram alimentados *ad libitum*, controlando-se diariamente a quantidade de excreta e ingestão de dieta e água. Os animais foram inspecionados durante todo o experimento a fim de verificar possíveis alterações físicas e/ou comportamentais.

Calculou-se o resultado do Teste de NPU (Net Protein Utilization ou Utilização Líquida de Proteína) através da Equação 2.

$$NPU = \frac{(N_{retido})}{N_{ing}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

As excretas foram coletadas manualmente (separando-as dos demais resíduos), pesadas, embaladas e guardadas congeladas até serem analisadas quimicamente

(por composição centesimal).

Através do controle de ingesta e excretas, bem como da determinação química das excretas e dietas, foi possível determinar a Digestibilidade aparente (D_a) e a Digestibilidade verdadeira (D_v), a partir das Equações 3 e 4:

$$D_a = \frac{(N_{ing} - N_{exc})}{N_{ing}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

$$D_v = \frac{[N_{ing} - (N_{exc.teste} - N_{exc.aprot})]}{N_{ing}} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Onde: N_{ing} = nitrogênio ingerido; $N_{exc.teste}$ = nitrogênio excretado pelo grupo teste; N_{exc} = nitrogênio excretado; $N_{exc.aprot}$ = nitrogênio excretado pelo grupo aptotéico.

Com os valores de NPU e Digestibilidade verdadeira, é possível calcular-se o Valor Biológico das proteínas do alimento como manifestado por Sgarbieri (1996), tendo como base a Equação 5:

$$VB = \frac{NPU}{D_v} \quad \text{Equação 5}$$

As pesagens foram realizadas, primeiro aos cinco dias, e depois ao término do experimento, obtendo-se o ganho de peso dos animais (GP). Estes valores aliados aos gerados pelo controle de ingesta, permitem a obtenção do Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA), calculado de acordo com a Equação 6.

$$CEA = \frac{GP}{Consumo} \quad \text{Equação 6}$$

Ao final do período experimental, os animais foram anestesiados com éter etílico e sofreram eutanásia, por aprofundamento anestésico.

Análise estatística

Os dados coletados foram analisados estatisticamente de acordo com Teste de Tukey, no módulo ANOVA do *software* Statistica 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização química e microbiológica do isolado protéico de camarão

A Tabela 1 apresenta em média, a caracterização química do IPC comparado com caseína-padrão. Observa-se o alto percentual de proteína (89,02%), assemelhando-se ao percentual (90,12%) na proteína padrão.

O IPC não está caracterizado pela tabela da resolução legal (9), portanto foi enquadrado por similaridade de natureza e/ou processamento como "peixe seco e/ou salgado/peixe defumado em forma de pó".

Na Tabela 2, pode-se observar a caracterização microbiológica do IPC.

A análise microbiológica demonstrou que o IPC encontrava-se dentro dos parâmetros vigentes na

resolução RDC 12, Brasil,⁸ apresentando qualidade microbiológica.

Propriedades funcionais do isolado protéico de camarão

Solubilidade

A Figura 1 apresenta o comportamento da

Tabela 1 - Composição centesimal do isolado protéico de camarão e da caseína.

Componente	Isolado protéico		Caseína	
	B.U.	B. S.	B.U.	B. S.
Umidade	4,71	-	13,73	-
Proteína (N x 6,25)	84,83	89,02	77,74	90,12
Lipídios	5,13	5,39	3,07	3,55
Cinzas	3,36	3,53	2,93	3,40
Fibras	1,97	2,06	2,53	2,93

Onde BS: base seca; BU: base úmida.

Tabela 2 - Resultado das análises microbiológicas do isolado protéico de camarão.

Análise	Resultado	Padrões legais vigentes
S. Coagulase Positivo	< 10/g	10 ³ /g
Salmonella	Ausente em 25g	Ausente em 25g
Coliformes Fecais (NMP)	0,4 coliformes fecais/g	10 ² /g
Bolores e Leveduras	5,7.10 ⁴ UFC/g	*

* Não existe padrão para este produto. Fonte: BRASIL (Resolução RDC 12).

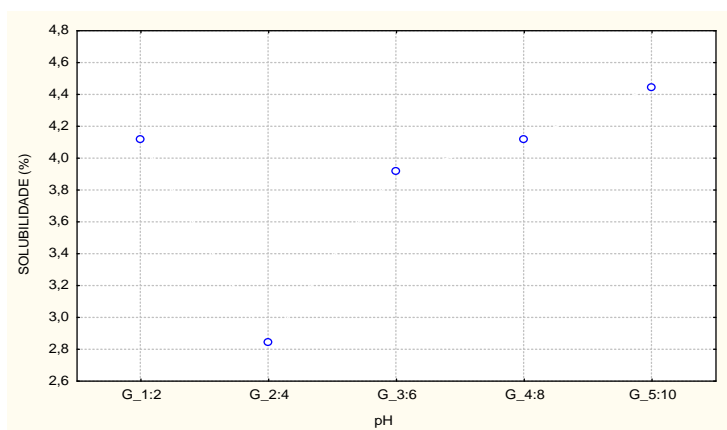


FIGURA 1 - Solubilidade do isolado protéico de camarão frente a diferentes valores de pH.

solubilidade do isolado protéico em relação à variação do pH; já a Figura 2 apresenta a variação da solubilidade frente à variação das temperaturas estudadas.

Observa-se que o pH em que o IPC apresenta menor solubilidade é o pH 4; o que se justifica por estar na faixa do ponto isoelétrico da maioria das proteínas que, segundo Sgarbieri³⁶ varia entre 4 a 6.

Capacidade de retenção de água (CRA) e de retenção de óleo (CRO)

A CRA é um fenômeno importante na tecnologia de alimentos. A Figura 3 apresenta o comportamento da capacidade de retenção de água do IPC em relação à variação do pH. A Figura 4 apresenta o comportamento da capacidade

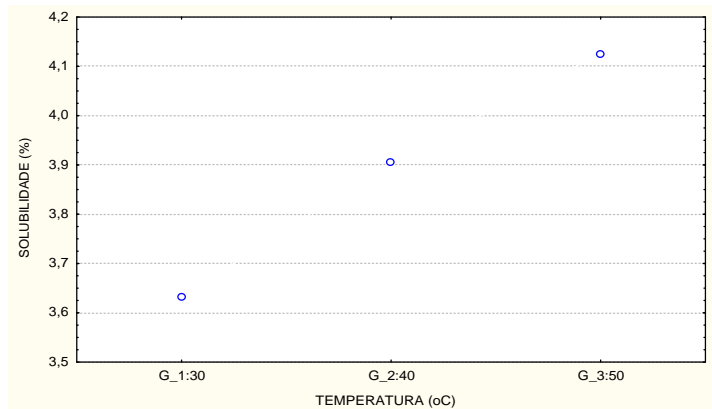


FIGURA 2 - Solubilidade do isolado protéico de camarão frente a diferentes temperaturas.

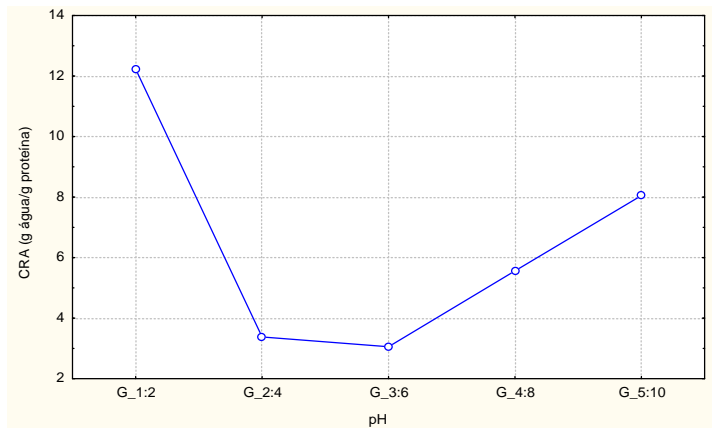


FIGURA 3 - Capacidade de retenção de água (CRA) do IPC frente a diferentes pHs em estudo.

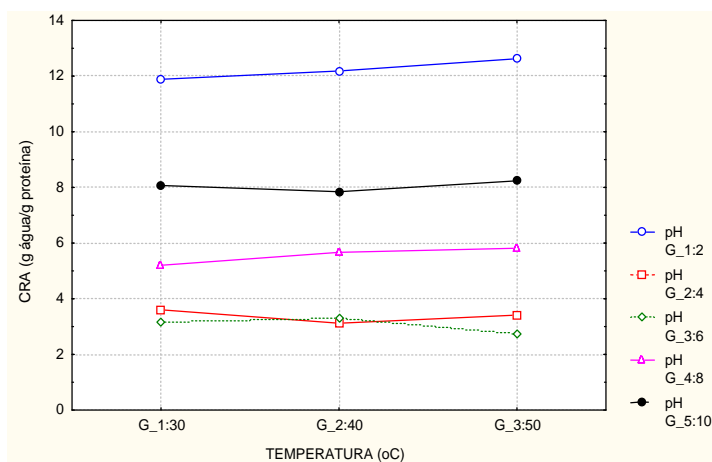


FIGURA 4 - Capacidade de retenção de água (CRA) do IPC frente a diferentes pHs e temperaturas em estudo.

de retenção de água do IPC em relação à variação do pH e das temperaturas em estudo.

Verifica-se que no pH 2 nas diferentes temperaturas, há aumento na CRA. Na Figura 4 observa-se também que há aumento na CRA quando os pHs variam de 8 para 10, este aumento também é favorecido pelo aumento da temperatura, estudos realizados por El-Adawy et al.¹² seguiram o mesmo perfil. O IPC apresentou em média um valor de 0,93g óleo/g de proteína; este valor indica uma baixa hidrofobicidade do mesmo.¹⁰

Formação e estabilidade da espuma

A Tabela 3 resume os resultados das determinações das propriedades espumantes do isolado protéico de camarão e da proteína padrão utilizada (albumina).

Com base nos resultados, pode-se observar que não

existe diferença significativa entre as propriedades espumantes do isolado protéico de camarão e a proteína padrão albumina. Estes dados indicam a potencialidade do IPC.¹³

Composição proximal das dietas utilizadas

A Tabela 4 apresenta o percentual de proteína e lipídios do IPC e caseína (proteína padrão). A partir desta composição, foram calculadas as dietas experimentais.

Determinação de aminoácidos do IPC

A Tabela 5 mostra a necessidade requerida pelos ratos, segundo o padrão da FAO, e aminoácidos contidos no isolado protéico de camarão (mg/g de proteína).

Tabela 3 - Capacidade Espumante (CESP), Estabilidade da espuma (EESP) e Líquido drenado (LD) comparando o isolado protéico de camarão com a proteína padrão (albumina)

Amostra	CESP	EESP	LD
IPC	237,1 ± 8,37 ^a	75,73 ± 3,11 ^a	93,67 ± 2,07 ^a
Albumina	251,00 ± 7,73 ^a	100,00 ± 5,50 ^a	47,50 ± 4,28 ^a

^aMédia das análises, mesma letra não diferem entre si entre colunas pelo teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 4 - Percentual de proteína e lipídios (b.u.) das matérias primas (IPC e caseína).

Matéria prima	Proteínas (N x 6,25)	Lipídios
Caseína	77,4	0,1
IPC	84,8	5,1

Média de cinco determinações realizadas em duplicatas.

Tabela 5 - Necessidades requeridas pelos ratos, padrão da FAO e aminoácidos contidos no IPC (mg/g de proteína).

Aminoácidos indispensáveis	FAO	Ratos	IPC**
Arginina	*	*	44
Histidina	*	*	13
Isoleucina	30	42	38
Leucina	65	62	59
Lisina	55	58	51
Metionina + Cistina	30	50	23
Fenilalanina + Tirosina	50	66	76
Treonina	40	42	31
Triptofano	10	12,5	5
Valina	40	50	42

*sem referência

**obtido de análise realizada no Laboratório de Fontes Protéicas da Universidade Estadual de Campinas SP.

Fonte: Vieira & Bion.⁴³

A Tabela 6 apresenta o resultado da análise de aminoácidos do isolado protéico, bem como seu escore químico calculado em relação à proteína padrão [FAO/

WHO, 1985 apud Vidotti et al.⁴²], indicando que o escore químico só foi calculado para os aminoácidos essenciais.

Tabela 6 - Análise dos aminoácidos do isolado protéico de camarão (mg aa/100mg proteína) e escore químico (EQ) apresentado.

Aminoácido	IPC	
	Média	EQ
Triptofano *	0.5	0.5
Lisina *	5.0	0.9
Histidina *	1.4	0.7
Arginina *	4.1	0.8
Ac.Aspártico	7.5	-
Treonina *	3.1	0.8
Serina	3.0	-
Ac.Glutâmico	15.0	-
Prolina	5.7	-
Glicina	3.2	-
Alanina	4.2	-
Cistina	0.3	-
Valina *	4.2	0.8
Metionina *	1.9	0.5
Isoleucina *	3.8	0.9
Leucina *	5.9	0.8
Tirosina	3.3	-
Fenilalanina *	3.8	0.9
Proteína Bruta (%) b.u.	84.8	-

*aminoácidos essenciais (Média de duplicata)

EQ = (g aminoácido/100g de proteína teste)/(g aminoácido/100g de proteína padrão FAO)

Digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* do IPC e caseína estão mostrados na Tabela 7.

Observa-se que tanto a caseína quanto o IPC apresentaram valores elevados, e que o isolado protéico de camarão apresentou maior percentual de digestibilidade *in vitro*, por ser mais suscetível ao tratamento que a caseína e por ter sido isolado no ponto isoelétrico. Estes dados são obtidos por uma simulação da ação das enzimas no organismo animal, necessitando de complementação com um teste *in vivo*.^{1, 11, 14, 15}

Avaliação biológica

Observa-se na tabela 8 que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (caseína A, caseína B, aprotéica A, aprotéica B, IPC A e IPC B).

Em relação ao ganho de peso mostrado na Tabela 9, nota-se a homogeneidade no comportamento das duplicatas, tanto no ganho parcial e total, como no peso

inicial, o que indica a similaridade entre os animais no início de teste.

O coeficiente de eficiência alimentar e o valor biológico das dietas estão expressos na Tabela 10, onde, com o primeiro índice, pode-se verificar que o desempenho do IPC, quando comparado com a caseína apresenta resultados superiores. Já observando o valor biológico, não se evidencia diferença estatística (onde deve ser ter valor de $p < 0,05$).

A digestibilidade protéica verdadeira e protéica aparente das dietas em estudo podem ser observadas na Tabela 11.

A digestibilidade verdadeira da dieta IPC apresentou digestibilidade próxima a de referência (caseína). Assim pode-se dizer que a dieta IPC é bem aproveitada pelo organismo. A digestibilidade é o primeiro fator que reflete a eficiência da utilização da dieta, portanto, pode ser considerado um condicionante de sua qualidade.³³

Na Tabela 12 pode ser observado o Índice de Utilização de Proteína (NPU).

Tabela 7 - Valores de digestibilidade *in vitro* apresentadas pela caseína e pelo isolado protéico de camarão.

Amostra	Digestibilidade (%)
Caseína	98,3
IPC	99,2

Tabela 8. Controle de ingestão de dieta, consumo de água e quantidade de excretas, expressos em média/rato durante o experimento.

Dietas	Ingesta (g)	Excreta (g)	Água (mL)
Caseína A	11,1 ^a	0,4 ^a	22,8 ^a
Caseína B	11,1 ^a	0,3 ^a	22,3 ^a
Aprotéica A	4,6 ^b	0,2 ^b	5,2 ^b
Aprotéica B	3,6 ^b	0,2 ^b	3,6 ^b
IPC A	7,8 ^c	0,6 ^c	10,6 ^c
IPC B	9,3 ^c	0,6 ^c	12,5 ^c

Letras iguais não apresentam diferença significativa ($p < 5\%$).

Tabela 9 - Média de peso inicial dos animais e ganho de peso aos cinco e dez dias.

Tratamento	Gaiola	Marca	Peso Inicial	Peso 5 dias	GP	Peso Final	GP
			04/Out	09/Out	Parcial	15/Out	Final
Caseína	A	Média	55,5	76,5	21,0	108,0	52,5
		DP(±)	3,9	4,4	3,6	6,1	4,2
	B	Média	56,0	77,0	21,0	110,5	54,5
		DP(±)	6,1	5,9	2,2	5,1	2,1
Média das quatro gaiolas			55,7	76,7	21,0	109,2	53,5
Aprotéica	A	Média	55,7	51,7	-4,0	49,2	-6,5
		DP(±)	4,3	2,1	2,4	1,5	2,9
	B	Média	56,0	52,2	-3,7	48,5	-7,5
		DP(±)	4,3	2,6	2,4	2,4	2,6
Média das quatro gaiolas			55,9	52,0	-3,9	48,9	-7,0
IPC	A	Média	55,2	58,7	3,5	73,5	18,2
		DP(±)	4,9	5,2	2,9	7,2	6,0
	B	Média	55,5	68,0	12,5	76,7	21,2
		DP(±)	3,3	5,5	4,4	6,1	5,0
Média das duas gaiolas			55,4	63,4	8,0	75,1	19,7

Onde: DP= desvio padrão e GP = ganho de peso

Tabela 10 - Coeficiente de eficiência alimentar (CEA) e valor biológico (VB) das dietas de IPC, quando comparado com a dieta aprotéica e caseína.

	CEA	VB
Aprotéica	-0,2	-
Caseína	0,5	0,8
IPC	0,8	0,6

Tabela 11 - Digestibilidade aparente e verdadeira para proteínas e lipídios, oriundos das dietas testes (IPC, caseína e dieta aprotéica).

Dietas	Digestibilidade			
	Protéica		Lipídica	
	Aparente	Verdadeira	Aparente	Verdadeira
Aprotéica	41,7	-	93,7	-
Caseína	93,3	95,2	93,4	93,6
IPC	78,9	82,5	89,7	89,9

Tabela 12 - Índice de Utilização Líquida de Proteína (NPU) obtido.

Dietas	NPU (%)	
	Gaiola A	Gaiola B
	Caseína	71,6
IPC	53,7	49,6

Os resultados do índice NPU para a dieta IPC foram satisfatórios podendo ser observada a similaridade entre os animais dispostos em grupos, pois quando se trata de um experimento biológico, é relativamente difícil manter uma homogeneidade comportamental dos animais, ressaltando a qualidade dos modelos biológicos. Lemos,²⁰ realizando o teste de NPU, encontrou valores semelhantes para caseína (72,8%).

CONCLUSÃO

Foi obtido um isolado protéico a partir da matriz dos exoesqueletos do camarão rosa com 89% de proteína (b. s.) e 69% de rendimento ao final do processo.

O isolado protéico apresentou 33,20% de solubilidade; 1,91g H₂O/g proteína de capacidade de retenção de água, 0,93g óleo/g proteína de capacidade de retenção de óleo; 237,1% de capacidade de formação de espuma e 35,13% de estabilidade da espuma.

O aminoácido essencial limitante no isolado protéico foi o triptofano e os aminoácidos presentes em maior percentual foram leucina e lisina, sendo a metionina, o aminoácido que apresenta maior limitação em diferentes fontes protéicas de alimentos.

Os parâmetros nutricionais avaliados mostram a potencialidade do isolado protéico, pois, na maioria das variáveis obteve-se respostas semelhantes entre o isolado protéico de camarão e a proteína padrão (caseína).

Através da avaliação *in vitro* como na avaliação biológica (com a utilização de ratos Wistar), verificou-se que o isolado protéico de camarão apresenta potencialidade na complementação protéica de dietas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa de Armazenagem Frigorífica Netuno S.A. de Rio Grande RS, pela doação da matéria-prima.

COSTA PG; FONTANA A; VEIGA I; PRENTICE CH. Nutritional and functional characterization of a protein isolated from Pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*). *Alim. Nutr.*, v.18, n.1, p., jan./mar. 2007.

■ **ABSTRACT:** Waste from industrialization of the Pink shrimp in Rio Grande, Southern Brazil, generates problems of environmental pollution due to its disposal near Patos Lagoon. This waste possesses some potentially useful components: chitin, astaxanthin and protein. We therefore analysed the nutritional and functional properties of a shrimp protein isolate extracted from the exoskeleton matrix. The nutritional properties studied were the digestibility and approximate composition the aim being to quantify the presence of essential amino acids. The functional properties under study were water and oil absorption capacity (WAC and OAC), solubility, foaming capacity (FC) and foaming stability (FS). The protein isolate showed 33.2% solubility

at alkaline pH and a large WAC (1.9g H₂O/g protein) at acid pH (2.0) and temperature of 50°C. The OAC was 0.9g protein oil/g; FC 237.1% and FE 75.7%. The protein isolate contained 89.2% of protein (b. s.) and its coefficient of digestibility in vivo was 82,5%. The essential amino acids present in highest concentration were leucine (5.9%), lysine (5.0%) and isoleucine (3.8%), with 1.9% of methionine, indicating potential applications in food protein formulations.

■**KEYWORDS:** Shrimp; waste; chemical extraction; protein isolate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALONSO, A.; AGUIRRE, A.; MARZO, F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. **Food Chem.** v. 68, p. 159-165, 2000.
2. AMAYA-FARFÁN, J. A. **Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia dos alimentos.** Campinas: Ed. UNICAMP, 1996. 134p.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis.** Arlington, 2000. p. 39/1-39/23.
4. AUGUSTO-RUIZ, W. **Proteólise do resíduo do extrato hidrossolúvel de soja.** 1985. p.65-68. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.
5. BERAQUET, N. J.; GALACHO, S. A. A. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e camarão. **Colet. ITAL**, v.13, p. 149-174, 1983.
6. BOLLAG, D. M.; ROZYCKI, M. D.; EDELSTEIN, S. J. **Protein methods.** 2nded. New York: Wiley & Sons, 1996. 415p.
7. BRASIL. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes.** Brasília: Ministério da Agricultura, Laboratório Nacional de Referência Animal. 1981. v.2, cap. 11. Pescado Fresco.
8. BRASIL. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Resolução - RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
9. CANO-LOPEZ, A.; SIMPSON, B. K.; HAARD, N. F. Extraction of carotenoprotein from shrimp process wastes with the aid of trypsin from Atlantic cod. **J. Food Sci.**, v. 52, n. 2, p. 503-506, 1987.
10. CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. Aminoácidos, peptídios y proteínas. In: FENEMMA, O.R. **Química de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993. p. 275-347.
11. CLEMENTE, A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. **Food Sci. Technol.**, v. 11, p. 254-263, 2001.
12. EL-ADAWY, T.A. et al. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. **Food Chem.**, v. 74, p.455-462, 2001.
13. EL-SAYED, A. M. Alternative dietary protein sources for armed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, p.149-168, 1999.
14. EZQUERRA, J. M.; GARCIA-CARREÑO, F. L.; CARRILLO, O. In vitro digestibility of dietary protein sources for white shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 163, p.123-136, 1998.
15. FAGBENRO, O. A.; BELLO-OLUSOJI, O.A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chem.**, v. 60, p. 489-493, 1997.
16. FANIMO, A. O. et al. Protein quality of shrimp waste meal. **Biores. Technol.**, v.72, n.2, p.185-188, 2000.
17. FONKWE, L. G.; SINGH, R. K. Protein recovery from mechanically deboned turkey residue by enzymic hydrolysis. **Proc. Biochem.**, v. 31, n.6, p. 605-616, 1996.
18. GILDBERG, A.; STENBERG, E. A new process for advanced utilization of shrimp waste. **Proc. Biochem.**, v. 36, p.809-812, 2001.
19. HOWELL, N. K.; TAYLOR, C. Effect of ascorbic acid on the foaming and gelling of globular proteins. **Int. J. Food Sci. Technol.**, v. 30, n.3, p. 321-334, 1995.
20. LEMOS, D.; EZQUERRA, J. M.; GARCIA-CARREÑO, F.L. Protein digestion in penaeid shrimp: digestive proteinases, proteinase inhibitors and feed digestibility. **Aquaculture**, v.186, p. 89-105, 2000.
21. LÓPEZ-BENITO, M.; GIL, M.; PASTORIZA, L.; Fabricación de concentrado de proteína de pescado por método alcalino. **Inf. Tecn. Instit. Investig. Mar.**, v. 32, p. 3-15, 1976.
22. MARTIN, R. E. **Chemistry and biochemistry of marine food products.** Westport: AVI Publ., 1982. p.98-116.
23. MARTIN, R. E.; FLICK, G. J. **The seafood industry.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. p: 1-15, 88-116, 174-181, 268-290.
24. MARTIN, A. M. **Fisheries processing: biotechnological applications.** Londres: Chapman & Hall: 1994. p. 43-51, 122-139.
25. MEYERS, S. P. Sausages from shrimp wastes. **INFOFISH Intern.**, n. 5, p. 36, 1987.
26. MEYERS, S. P. Utilization of shrimp processing wastes. **INFOFISH Intern.**, n. 4, p.18-19, 1986.
27. MILLER, D.; BENDER, A. E. The determination of the net protein utilization of protein by as shortened method. **Brit. J. Nutr.**, v. 9, p. 382-388, 1955.
28. MORR, C. V. A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 50, n. 6, p. 1715-1718, Nov./Dec. 1985.
29. MÜLLER, V. Alimentos funcionais. **Inf. Duas Rodas Acontece**, Jaraguá do Sul, v.2, n. 8, p. 1-8, 2001.

30. NUNES, J. A. R. **Estudo preliminar do aproveitamento de resíduo e descarte da industrialização de pescado a partir de silagem ácida**. 2001. f. 85-87. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2001.
31. PATEL, P. D.; STRIPP, A. M.; FRY, J. C. Whipping tests for the determination of foaming capacity of protein: a collaborative study. **Intern. J. Food Sci. Technol.**, v. 23, n.1, p. 57-63, 1988.
32. PHILLIPS, R. D.; FINLEY, J. W. **Protein quality and the effects of processing**. New York: Marcel Dekker, 1988. 397p.
33. PIRES, C. V. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.
34. REGENSTEIN, J. M.; JAUREGUI, C. A.; BAKER, R. The effect of pH, polyphosphates and different salts on water retention properties of ground trout muscle. **J. Food Biochem.**, v. 8, n. 2, p. 123-131, Jun. 1984.
35. REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H. ; FAHEY JR., G. C. 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-76: a rodent diet. **J. Nutr.**, v. 123, p. 1939-1951, 1993.
36. SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos: Protéicos - Propriedades - Degradações - Modificações**. São Paulo: Varela, 517p. 1996.
37. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295p.
38. SIMPSON, B. K. et al. Enzymatic hydrolysis of shrimp meat. **Food Chem.**, v. 61, n. 1/2, p. 131-138, 1988.
39. SOUZA, M. L.; MONTENEGRO, M. A. A. C. Subprodutos comestíveis. **Hig. Alim.**, v. 11, n. 72, p. 27-34, 2000.
40. TENUTA FILHO, A. ; ZUCAS, S. M. Cefalotórax de camarão rosa. VI Caracterização Químico-nutricional do resíduo obtido após a recuperação da proteína. **Bol. SBCTA**, São Paulo, v. 21, n. 3/4, p. 163-169, 1987.
41. TENUTA FILHO, A. **Valor nutricional da proteína de farinha e do isolado protéico do cefalotórax de camarão rosa**. 1977. f. 163-169. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.
42. VIDOTTI, R. M.; CARNEIRO, D. J. ; VIEGAS, E. M. M. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. **J. World Aquac. Soc.**, v. 33, n. 1, p. 57-62, 2002.
43. VIEIRA, R. L. ; BION, F. M. Valor biológico de dieta à base de soja (*Glycine hispida*) e algaroba (*Prosopis juliflora*). **Bol. CEPPA**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 85-98, jan./jun. 1998.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.