

AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DE SUBPRODUTOS ANIMAIS EM DIETAS PARA O CAMARÃO BRANCO, *Litopenaeus vannamei*

Alberto J. P. Nunes, Ph.D.^{1*}
Pedro Henrique Gomes dos Santos¹
Sílvia Pastore, M.Sc.²

¹LABOMAR - Instituto de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Avenida da Abolição, 3207 - Meireles
60.165-081, Fortaleza, Ceará
Tel./Fax: 85-3229-8718
*alberto.nunes@ufc.br

²JobNutrire Consultoria Empresarial Ltda
Rua Manoel Soares da Rocha, 334 – Barão Geraldo
13.085-055, Campinas, São Paulo
silvia@jobnutrire.com.br

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de carnes bovina, suína e de aves. No abate destes animais são gerados subprodutos de alto valor protéico, tornando-os ingredientes de interesse para uso na alimentação animal. Na aquicultura, diversas farinhas de origem animal são empregadas na composição de rações para atender as exigências nutricionais de peixes e camarões cultivados. Entre os subprodutos animais mais utilizados no país estão a farinha de vísceras de aves, a farinha de penas, a farinha de carne e ossos, a farinha de sangue e a farinha de peixe nacional oriunda do *by-catch* da pesca e de resíduos do beneficiamento de peixes marinhos. Devido à boa disponibilidade e o valor econômico atrativo destas matérias primas, elas vêm sendo amplamente utilizadas em rações para engorda do camarão *Litopenaeus vannamei*. Contudo, ainda se desconhece se o uso destes ingredientes implica em algum detrimento no desempenho zootécnico da espécie. O presente estudo foi realizado com o objetivo de estabelecer as relações entre custo de formulação e desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* quando alimentado com dietas contendo farinhas de origem animal, terrestre ou marinha, produzidas no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas instalações do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do LABOMAR/UFC localizadas no município do Eusébio, Ceará. Inicialmente, pós-larvas do camarão *L. vannamei* da linhagem *Speed Line BR* produzidas pela larvicultura comercial Aquatec Industrial Pecuária Ltda. (Canguaretama, RN) foram adquiridas e povoadas na densidade de 2 camarões/L em tanques berçários de 3.000 L no LABOMAR até alcançarem cerca de 1 g de peso corporal. Posteriormente, os animais foram transferidos para tanques circulares de 23 m³ (área de fundo de 15,90 m²) na densidade de 250 animais/m² até alcançaram um peso entre 1,8 e 2,5 g. Neste momento, camarões com 2,03 ± 0,21 g (média ± desvio padrão; n = 2.000) foram transferidos para 50 tanques de 500 L (área de fundo de 0,56 m²) que operam em área coberta, aeração contínua e filtragem e recirculação de água durante períodos contínuos de 12 h. Os tanques possuem água clara isenta de organismos que podem atuar como alimento natural para os camarões. Os camarões foram estocados na densidade inicial de 70 animais/m² (40 camarões/tanque).

Para o presente estudo, foram avaliados 10 ingredientes protéicos de origem animal, adquiridos no mercado local de fontes conhecidas, dos próprios fabricantes ou diretamente de distribuidores (Figura 1). Todos os ingredientes foram produzidos no Brasil, com exceção da farinha de salmão, empregada como ingrediente controle e fabricada a partir de resíduos do processamento da espécie cultivada no Chile (Pesquera Pacific Star S.A., Puerto Montt, Chile). Antecedendo a formulação, os ingredientes foram encaminhados para análise centesimal em laboratório especializado (Tabela 1).



Figura 1.

Ingredientes avaliados no presente estudo. Da esquerda para direita, iniciando pelos ingredientes na parte superior. Farinha de salmão (**FSal**), farinha de plasma suíno (**FSui**), farinha de sangue (**FSan**), farinha de carne e ossos (**FC1**), farinha de penas (**FPen**), farinha de carne e ossos (**FC2**), farinha de tilapia (**FTil**), farinha de vísceras de aves misturada com farinha de penas (**FAvP**), farinha de vísceras de aves (**FAve**), farinha de peixe nacional (**FPxn**, *by-catch* e resíduos do processamento de peixes marinhos).

Tabela 1.

Composição centesimal, digestibilidade em pepsina, frescor e valor de mercado dos ingredientes avaliados no estudo.

Perfil Nutricional ²	Ingredientes Protéicos Avaliados ¹									
	FSal	FSui	FSan	FC1	FPen	FC2	FTil	FAvP	FAve	FPxn
Umidade	7,7	8,4	7,0	6,0	8,3	5,0	6,3	7,4	6,2	7,4
Proteína bruta	66,1	78,5	87,2	41,1	75,6	47,6	62,8	62,4	58,5	50,3
Gordura total	10,0	0,1	0,4	10,1	6,9	11,9	6,9	13,6	17,2	7,8
Fibra total	0,1	0,0	0,1	0,6	0,7	1,3	0,1	0,3	0,4	0,5
Cinzas	15,4	8,2	5,4	41,8	5,6	34,7	23,1	14,4	15,4	32,2
Fósforo	2,3	0,3	0,2	6,5	0,3	5,3	4,0	2,5	2,7	5,0
Cálcio	3,6	0,1	0,6	15,7	1,5	11,6	8,5	4,7	4,9	11,1
Digestibilidade ³	76,6	99,1	61,7	45,5	11,1	54,6	79,0	42,5	59,3	51,7
Peróxidos ⁴	5,1	0,0	10,9	3,1	12,2	5,6	2,2	65,6	3,1	10,4
Valor ⁵	1.439	5.000	777	460	432	576	1.093	806	806	1.036

¹FSal, farinha de salmão; PSui, farinha de plasma suíno; FSan, farinha de sangue; FC1, farinha de carne e ossos (1); FPen, farinha de penas; FC2, farinha de carne e ossos (2); FTil, farinha de tilapia; FAvP, farinha de vísceras de aves e penas; FAve, farinha de vísceras de aves; FPxn, farinha de peixe nacional (*by-catch* da pesca marinha e resíduos do processamento de peixes marinhos)

²em %, exceto quando indicado

³Digestibilidade em pepsina a 0,0002%

⁴em meq de O₂/kg

⁵em USD/ton. (USD 1,0 = R\$ 1,7376)

As dietas foram formuladas com a mesma composição de ingredientes, exceto no que se refere às inclusões das farinhas animais. Na dieta controle, foi adotada uma inclusão máxima de 14,4% de farinha de salmão (Tabela 2). A partir desta dieta foi realizada a substituição total ou parcial da farinha de salmão empregando inclusões máximas permitidas para cada ingrediente avaliado. Não se buscou balancear as dietas para micronutrientes, como aminoácidos essenciais, ácidos graxos ou minerais, apenas para os níveis de proteína bruta e gordura total. Para este último, foi empregado óleo de soja. Todas as dietas (controle e experimentais) apresentaram uma inclusão fixa de 45,00% de farelo de soja, 30,00% de farinha de trigo, 2,00% de óleo de peixe, 2,00% de lecitina de soja, 1,00% de premix vitamínico-mineral, 0,50% de aglutinante sintético (à base de uréia formaldeído) e 0,03% de cloreto de potássio. As inclusões de caulim variaram em cada dieta de modo a permitir o uso de inclusões mais elevadas do ingrediente avaliado frente ao uso de farinha de salmão. As dietas foram produzidas em laboratório, sendo os ingredientes secos inicialmente moídos a 600 µm em um moinho centrífugo simples, pesados em balança eletrônica de precisão, misturados com água doce a 92°C em uma batedeira planetária industrial para massas e finalmente extrusados em uma extrusora de expansão a seco para laboratório, equipada com uma matriz de 1,8 mm.

Tabela 2. Composição e perfil nutricional das dietas produzidas em laboratório.

Composição	Composição das Dietas Experimentais (% a base natural)									
	FSal	PSui	FSan	FC1	FPen	FC2	FTil	FAvP	FAve	FPxn
FSal	14,37	-	8,80	6,32	3,98	1,75	-	-	-	-
Fsui	-	16,24	-	-	-	-	-	-	-	-
FSan	-	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-
FC1	-	-	-	12,95	-	-	-	-	-	-
FPen	-	-	-	-	14,39	-	-	-	-	-
FC2	-	-	-	-	-	17,72	-	-	-	-
FTil	-	-	-	-	-	-	15,12	-	-	-
FAvP	-	-	-	-	-	-	-	15,27	-	-
FAve	-	-	-	-	-	-	-	-	16,24	-
FPxn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,67
Caulim	4,40	3,23	2,47	-	0,40	-	3,25	4,20	3,23	0,10
Óleo de soja	0,70	-	1,20	0,20	0,70	-	1,10	-	-	0,70
Outros ¹	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53
Custo formula ²	671,5	585,1	649,3	602,7	578,4	576,7	633,5	578,6	585,1	652,0
Perfil nutricional (% a base natural) ³										
Proteína bruta	35,00	37,40	37,40	35,00	39,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Extrato etéreo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,20	7,00	7,00	8,70	7,00
Metionina	0,64	0,62	0,61	0,56	0,53	0,52	0,64	0,55	0,56	0,64
Met. + cistina	1,16	1,17	1,17	1,07	1,44	1,03	1,16	1,13	1,14	1,15
Lisina	2,18	2,45	2,46	2,04	1,96	1,96	2,19	2,00	2,01	2,18
Cálcio	0,66	0,50	0,50	2,40	0,50	2,30	1,43	0,85	0,94	2,21
Fósforo	0,62	0,54	0,50	1,30	0,43	1,30	0,90	0,67	0,73	1,23

¹45,00% de farelo de soja, 30,00% de farinha de trigo, 2,00% de óleo de peixe, 2,00% de lecitina de soja, 1,00% de premix vitamínico-mineral, 0,50% de aglutinante sintético (a base de uréia formaldeído) e 0,03% de cloreto de potássio.

²Custo de formula das dietas em USD/ton. (USD 1,0 = R\$ 1,7376)

³Perfil nutricional (em % a base natural) estimado segundo matriz nutricional utilizada na formulação das dietas.

Durante todo o cultivo, os camarões foram alimentados duas vezes ao dia até a saciedade ofertando-se toda a ração em uma bandeja de alimentação posicionada na área central do fundo de cada tanque. Para cada dieta, foram utilizados cinco tanques de cultivo. Os camarões foram cultivados por um período de 74 dias. Na despesca, todos os camarões foram contados e pesados individualmente em balança de precisão. Os seguintes parâmetros de desempenho zootécnico foram determinados: crescimento semanal (g/semana), sobrevivência final (%), produtividade (g de camarão produzido/m²), consumo aparente de ração (g de ração/camarão estocado) e fator de conversão alimentar (FCA, a base seca).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade de água durante o cultivo apresentou-se com pouca variação e dentro dos níveis considerados ideais para a criação de camarões marinhos. A salinidade, pH e temperatura alcançaram uma média (\pm desvio padrão) de $29 \pm 2,8$ ppt, $7,9 \pm 0,25$ e $26,9 \pm 0,30^\circ\text{C}$, respectivamente.

Na despesca, foi observada diferença estatisticamente significativa entre dietas para todos os parâmetros zootécnicos avaliados ($P < 0,05$, ANOVA; Tabela 3, Figura 2). A sobrevivência final dos camarões foi elevada e superior a 90% para a maioria das dietas, exceto no caso dos animais alimentados com **Fsui**, **FAvP**, **FAve** e **FPxn**. A produtividade mais elevada foi encontrada para os camarões alimentados com as dietas que sofreram uma substituição parcial da farinha de salmão, tais como **FC1**, **FSan** e **FPen**. Embora algumas das dietas sujeitas a substituição total da farinha de salmão (**FSal**) não tenham apresentado diferença estatística significativa em relação a dieta controle ($P < 0,05$, Tukey HSD), todas estas exibiram produtividades abaixo de 500 g/m². Os camarões alimentados com a dieta **FAvP** foram os que alcançaram a menor produtividade entre todas as dietas ofertadas ($P < 0,05$, Tukey HSD).

Tabela 3. Desempenho zootécnico (média ± erro padrão) do camarão *L. vannamei* alimentado com dietas contendo diferentes fontes proteicas animais. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Dietas	Sobrevivência (%)	Produtividade (g/m ²)	Crescimento (g/semana)	Cons. Alimentar (g/camarão)	FCA
FSal	90,0 ± 2,6 ^{ab}	555 ± 59 ^a	0,87 ± 0,07 ^{ce}	13,5 ± 0,92 ^{ac}	1,74 ± 0,08 ^a
Fsui	86,5 ± 3,9 ^{ab}	480 ± 57 ^a	0,79 ± 0,05 ^{acd}	11,5 ± 0,92 ^{ac}	1,71 ± 0,07 ^a
FSan	92,0 ± 2,7 ^{ab}	535 ± 32 ^a	0,82 ± 0,03 ^{ac}	13,4 ± 0,78 ^{ac}	1,76 ± 0,02 ^a
FC1	98,0 ± 0,5 ^b	567 ± 20 ^a	0,81 ± 0,03 ^{ac}	14,6 ± 0,32 ^b	1,82 ± 0,04 ^a
FPen	94,0 ± 1,7 ^b	515 ± 22 ^a	0,77 ± 0,04 ^{acd}	13,3 ± 0,39 ^{ac}	1,81 ± 0,03 ^a
FC2	93,0 ± 1,2 ^{cb}	442 ± 20 ^{ab}	0,67 ± 0,04 ^{ab}	11,0 ± 0,59 ^{ab}	1,74 ± 0,03 ^a
FTil	92,0 ± 1,5 ^{ab}	391 ± 34 ^{ab}	0,60 ± 0,05 ^{bd}	10,5 ± 0,76 ^{ab}	1,91 ± 0,06 ^{ab}
FAvP	79,5 ± 4,4 ^a	288 ± 30 ^b	0,55 ± 0,02 ^b	8,9 ± 0,42 ^b	2,24 ± 0,18 ^b
FAve	88,5 ± 3,1 ^{ab}	487 ± 43 ^a	0,78 ± 0,04 ^{ae}	12,4 ± 0,83 ^{ac}	1,79 ± 0,04 ^a
FPxn	89,0 ± 2,3 ^{ab}	444 ± 30 ^a	0,71 ± 0,02 ^{abc}	10,8 ± 0,52 ^{ab}	1,72 ± 0,04 ^a
ANOVA <i>P</i>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

O crescimento semanal dos camarões também variou estatisticamente em função da dieta ofertada. Os crescimentos superiores a 0,8 g/semana somente foram alcançados com dietas que sofreram uma substituição parcial da farinha de salmão, exceto no caso dos camarões alimentados com a **FPen**. Novamente foi detectado uma perda significativa no desempenho dos camarões alimentados com a dieta **FAvP** (0,55 g/sem.; $P < 0,05$).

Comparativamente a dieta contendo a farinha de carne e ossos (**FC1**) menos protéica (41,1%), apresentou um melhor crescimento (0,81 versus 0,67 g/sem.) comparado com aquela com o mesmo ingrediente (**FC2**), contudo com um maior nível de proteína (47,6%). Os camarões alimentados com as dietas com farinha de tilapia (**FTil**; 0,60 g/sem.) e farinha de peixe nacional (**FPxn**; 0,71 g/sem.) também levaram a um crescimento mais baixo comparado a dieta controle (**FSal**/ 0,87 g/sem.), embora a última não tenha exibido diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$; Tukey HSD).

O consumo alimentar dos camarões não foi negativamente influenciado pela maioria dos ingredientes animais utilizados. Todas as dietas alcançaram um consumo alimentar semelhante à dieta controle contendo farinha de salmão (**FSal**), com exceção da dieta com **FAvP** com um consumo alimentar muito baixo e a farinha de carne e ossos (**FC1**) com um consumo alimentar muito elevado.

No caso do FCA (Fator de Conversão Alimentar), ocorreu uma perda significativa no seu desempenho quando os camarões foram alimentados com a **FAvP** e em menor grau a **FTil** ($P < 0,05$) Estes dados sugerem uma menor digestibilidade protéica destas farinhas comparado aos demais ingredientes.

Quando se analisa isoladamente o peso corporal dos camarões na despesa (Fig. 2) se observa que praticamente todas as dietas que substituíram parcial ou totalmente a farinha de salmão levaram a um detrimento significativo no desempenho zootécnico ($P < 0,05$, Tukey HSD). Apenas a dieta contendo 7,0% de farinha de sangue em combinação com 8,8% de farinha de salmão (**FSan**) não resultou em uma perda significativa no peso corporal final dos camarões comparado a dieta controle (Fig. 2). Entretanto, a pequena redução de custo de formula para esta dieta (3,4%) provavelmente não justificaria o uso da farinha de sangue em substituição parcial a farinha de salmão. As perdas mais significativas no peso corporal dos camarões ($> 20\%$) foram encontradas para as dietas com uma substituição total da farinha de salmão (ex. **FC2**, **FTil**, **FAvP**, **FPxn**). A única exceção foi detectada para a farinha de vísceras de aves (**FAve**) com uma perda de 14,8% no peso corporal dos camarões.

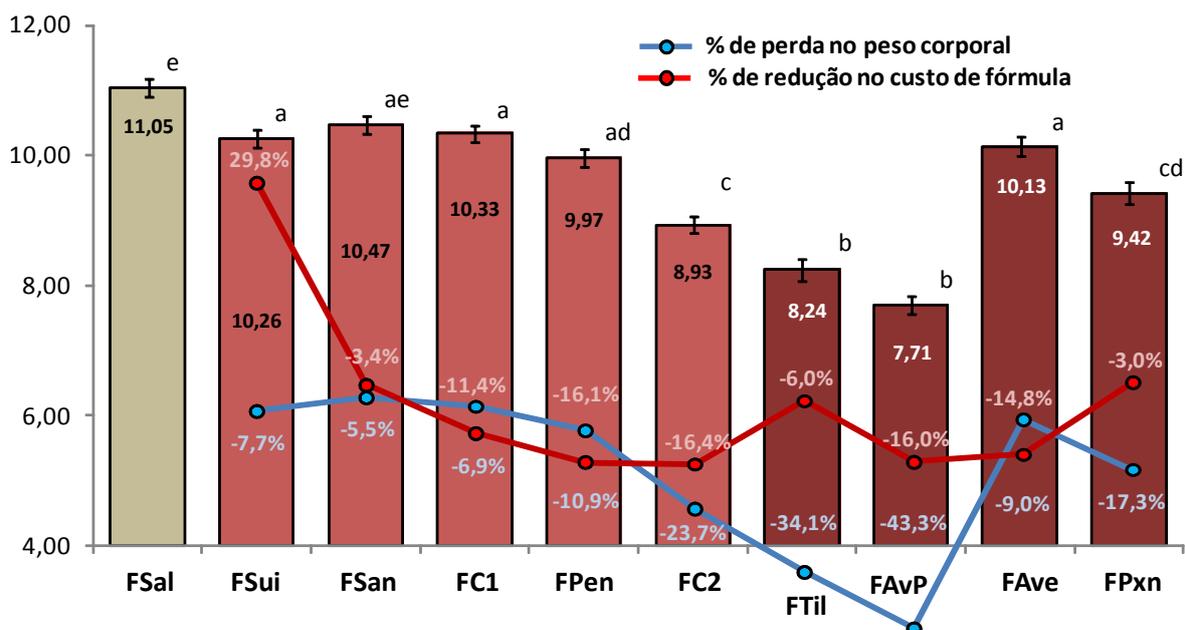


Figura 2. Peso médio corporal (\pm erro padrão) de juvenis do camarão *L. vannamei* após 72 dias de alimentação com dietas contendo diferentes proteínas de origem animal. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD. As linhas representam o percentual de perda no peso corporal dos camarões (azul) e o percentual de redução no custo de fórmula (vermelha) relativo a dieta controle (FSal). Colunas em vermelho claro e escuro representam dietas com substituição parcial e total da farinha de salmão, respectivamente.

Tanto a farinha de tilapia (FTil) como a farinha de peixe nacional (FPxn) levaram a uma perda significativa no peso corporal dos camarões comparado a dieta controle (FSal). Embora a redução de custo de formulação tenha sido maior com uso da farinha de tilapia comparado com a farinha de peixe nacional (FPxn; 6,0% versus 3,0%), a perda no peso final de camarão foi mais de duas vezes superior para a FTil (34,1% versus 17,3%). A farinha de plasma de suíno (Fsui) foi o único ingrediente que levou a um aumento no custo de fórmula comparado aos demais ingredientes e que também não resultou em um aumento no peso final dos camarões.

CONCLUSÕES

Através do presente estudo pode-se constatar que subprodutos de origem do abate de animais terrestres ou do processamento de tilapia ou de peixes marinhos (*by-catch* e refugo do processamento) produzidos no Brasil são nutricionalmente inferiores a farinha de salmão para uso em rações de camarões. Embora a substituição parcial ou total da farinha de salmão por tais subprodutos tenham resultado em um menor custo de formulação, seu uso levou a uma perda de desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei*. A redução no desempenho da espécie tornou-se mais evidente quando se buscou uma substituição total da farinha de salmão. Alguns dos ingredientes alternativos utilizados, comumente considerados como de oportunidade para redução de custo de fórmula para camarões, por exemplo, a farinha de vísceras de aves em combinação com a farinha de penas, levaram a perdas bastante significativas no desempenho da espécie. As substituições parciais da farinha de salmão mostraram-se mais viáveis do ponto de vista zootécnico do que quando se adotou substituições totais. Embora o presente trabalho não tenha buscado um balanceamento de micronutrientes essenciais, na prática, esta abordagem é frequentemente adotada no processo de formulação podendo levar a um melhor resultado zootécnico para espécie comparado ao presente estudo quando do uso de subprodutos de animais terrestres ou aquáticos.