

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

UTILIZAÇÃO DA ALGA MARINHA (*Kappaphycus alvarezii*) NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Jonas Henrique de Souza Motta¹, Márcio Fanttini Polese², Tiago Oliveira de Aguiar², Erivelto Oliveira de Souza², Marcelo Fanttini Polese³, André Batista de Souza³, Pedro Pierro Mendonça⁴

¹Universidade Estácio de Sá campus Campos dos Goytacazes, Av. Vinte e Oito de Março, 423 - Centro, 28020-740 - Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil, motta.henri@gmail.com

²Universidade Federal do Espírito Santo campus Alegre, Alto Universitario, S/N - Guararema, 29500-000 - Alegre - ES, Brasil, marciopolese@hotmail.com, tiagoaguiar.eaqui@gmail.com, velto3032@gmail.com

³Instituto Federal do Espírito Santo campus Piúma, Rua Augusto Costa de Oliveira, 660 - 29285-000 - Piúma - ES, Brasil, mpolesse@ifes.edu.br, andresouza@ifes.edu.br

⁴Instituto Federal do Espírito Santo campus Alegre, Rodovia ES-482, Cachoeiro-Alegre, Km 72 - 29500-000 - Rive, Alegre - ES, Brasil, ppierro@gmail.com

Resumo

Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes níveis de inclusão de farinha de *Kappaphycus alvarezii*, na ração de 300 juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso inicial médio de 1,3583 g $\pm$ 0,0213, quatro tratamentos foram testados. Foram testadas três metodologias de preparo da alga *K. alvarezii* (*in natura*, seca salgada e seca lavada em água doce) antes da moagem e inclusão na ração. E foram testados quatro níveis de inclusão de farinha de *K. alvarezii* na ração. Foi observado que a metodologia de preparo da alga influencia na qualidade do ingrediente. Não foi observado influência da inclusão de farinha de *K. alvarezii* nos parâmetros de desenvolvimento zootécnico e sobrevivência de juvenis de tilápia-do-Nilo. Foi observado que o tratamento com 6 % de inclusão de farinha de *K. alvarezii*, promoveu biomassa (g) inferior ao tratamento controle. Dentro dos níveis de inclusão testados, o desempenho zootécnico das tilápias-do-Nilo não foi afetado pela inclusão de *K. alvarezii* em rações peletizadas. Por fim, *K. alvarezii* deve ser lavada em água doce quando for utilizada como ingrediente em rações de peixes.

Palavras-chave: Aquaculture. Carrageenan. Ingredient. Juveniles. Nutrition.

Área do Conhecimento: Engenharia agrônoma (Zootecnia)

Introdução

As rações peletizadas apresentam algumas desvantagens para a ração extrusada. Moro e Rodrigues (2015) mencionam que os péletes formados durante o processo de peletização são menos estáveis na água, fato que aumenta a lixiviação de nutrientes e, produzem mais finos. Mas a peletização apresentam a vantagem, em relação a extrusão, de ser um processo menos oneroso (COUTO, 2008).

Todavia, o processo de peletização apresenta a vantagem de ser menos oneroso do que a extrusão (COUTO, 2008) e, pode ser realizado com máquinas mais acessíveis. Por isso, as rações peletizadas são, atualmente, mais utilizadas por pequenos produtores e produtores familiar. A indústria de produção de rações utiliza aglutinantes ou "binders" para garantir melhor estabilidade aos péletes (CANTELMO *et al.*, 2002).

Muitos dos aglutinantes utilizados são extraídos de algas e, por isso, alguns autores testaram a viabilidade das farinhas de algas nas rações para organismos aquáticos (HASHIM; MAT SAAT, 1992). Entre as algas testadas, *Kappaphycus alvarezii* é uma alternativa interessante, pois apresenta em sua composição quantidade significativa de carragenana (WEBBER *et al.*, 2012), que é um hidrocoloide amplamente utilizado pela indústria alimentícia como aglutinante (KUMAR *et al.*, 2014). Mas testes in vivo são necessários para avaliar a influência da inclusão dessa alga na alimentação de peixes, uma vez que alguns autores relatam baixo teor de proteína (FELIX; BRINDO, 2014; ZULDIN *et al.*, 2016) e influência negativa da inclusão de aglutinantes no desempenho zootécnico.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Assim, objetivou-se com o presente experimento, avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de *K. alvarezii* no desempenho zootécnico de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e na estabilidade de péletes de rações que passaram pelo processo de peletização.

Metodologia

O experimento proposto foi aprovado pelo CEUA e registrado sob o nº 23149.000610/2021-23. Foi realizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições cada. Os quatro tratamentos propostos representam o valor crescente de inclusão de farinha de *K. alvarezii* na ração (T1 – 0 %, T2 – 3 %, T3 – 6 % e T4 – 9 %).

Para obtenção dos dados de qualidade de água, foram realizadas três análises a cada semana para as variáveis temperatura (JPROLAB $\pm 0,1$ °C), oxigênio (LT LUTRON DO-5519 $\pm 0,01$ mg.L⁻¹) e pH (JDB $\pm 0,1$); e para a variável amônia (kit colorimétrico Labcon® NH3-N), foram realizadas análises semanais.

No total, foram utilizados 300 juvenis de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), com peso inicial médio de 1,3583 g $\pm 0,0213$. Os 300 juvenis de tilápia-do-Nilo foram acondicionados nas 20 unidades experimentais de maneira igualitária, resultando na densidade de 15 peixes/unidade experimental.

O arraçamento, durante o período experimental, foi realizado três vezes ao dia (7 h, 12 h e 17 h). A quantidade de ração ofertada foi de 10 %/biomassa/dia em cada unidade experimental.

No total, foram utilizados 12 kg da alga *K. alvarezii*, provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRE/SC). Desses 12 kg, 10 kg vieram na forma seca salgada e, 2 kg vieram na forma in natura.

Três metodologias de preparo da água foram testadas. A partir da alga seca salgada, foi proposto o tratamento de lavagem com água doce. Para lavagem da alga salgada, foram utilizadas três caixas de polietileno com volume de 500 L cada. Foram introduzidos 3 kg de alga seca salgada em cada caixa de polietileno e, completou-se o volume da caixa com água doce, de modo que as algas ficassem completamente imersas. Durante 48 h, no período entre 8 h até 17 h, a água de imersão das caixas de polietileno foi completamente trocada, uma vez por hora, para auxiliar na remoção do sal. Após esse período, os 9 kg de alga seca lavada, foram colocados para secar ao ar.

Assim, após a lavagem com água doce e secagem ao ar de parte da alga, três formas de apresentação de *K. alvarezii* foram obtidas: in natura (2 kg), seca salgada (1 kg) e seca lavada (9 kg). Desse material foram obtidas três amostras (uma para cada forma) para análise do teor de cinzas e de umidade.

Após análise bromatológica, optou-se pelo uso da alga seca lavada em água doce como ingrediente das rações. Para obtenção da farinha de alga, primeiro a alga seca lavada foi cortada em pedaços pequenos e, depois triturada com auxílio do equipamento PROCESSADOR DE ALIMENTOS (PHILIPS WALITA 2V-600W). Para obter uma farinha mais homogênea, após trituração, a alga foi exposta a ação de moinho de faca (WILLYSTAR FT50/L).

Para garantia de homogeneidade dos ingredientes, o farelo de milho e o farelo de soja, foram moídos com auxílio do triturador forrageiro (TRAP TRF 400F). Os demais ingredientes – açúcar, óleo de soja, farinha de peixe – foram incorporados na forma que foram adquiridos.

Foram formuladas, com auxílio de software específico (SUPERCRA®6.1), duas rações com 0 e 9 % de inclusão de farinha de *K. alvarezii*. As rações de 3 e 6 % de inclusão de farinha de *K. alvarezii*, foram obtidas através do método de diluição, a partir das outras duas rações (0 e 9 % de inclusão de farinha de *K. alvarezii*). As composições das rações de 0 e 9 % de inclusão de farinha de *K. alvarezii*, podem ser observadas na Tab. 1. Foi proposto para todas as rações o teor de 34 % de proteína bruta e 3,4 Mcal.kg⁻¹.

Em seguida, as misturas, já referentes a cada tratamento (T1, T2, T3 e T4), foram submetidas ao processo de peletização. Para realização do processo de peletização, foi utilizado o equipamento MOEDOR/PICADOR CAF 8 que confere pressão suficiente para compactar a mistura em péletes. A temperatura do pélete na saída do equipamento foi de, aproximadamente, 60 °C. Após passagem pelo equipamento peletizador, a ração foi exposta ao ar para secar e perder temperatura e, por fim, foi fracionada em moinho manual de moer cereais. Após a moagem, os péletes foram peneirados (telas de nylon nas micragens desejadas) para obtenção de três granulometrias: pó (< 0,3 cm), 0,5 cm e 0,8 cm. Para alimentação dos juvenis, foi utilizado apenas as rações com granulometria de 0,5 e 0,8 cm.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

As rações foram então armazenadas em potes, individuais e, referentes a cada unidades experimental e respectivo tratamento. Os potes contendo as rações foram armazenados em geladeira (6 a 10 °C).

Tabela 1 - Composição alimentar de rações com diferentes níveis de inclusão de *K. alvarezii*.

Ingredientes	Quantidade (g.kg ⁻¹)	
	Ração 0 %	Ração 9 %
Farelo de soja	6,2267	6,0264
Óleo de soja	0,8588	0,5260
Farinha <i>K. alvarezii</i>	0,8100	0,0000
Fubá de milho	0,4500	1,7934
Farinha de peixe	0,4500	0,4500
Açúcar	0,2045	0,2043

Fonte: autor

Foram realizadas seis biometrias, a biometria inicial foi realizada dois dias antes do início do período experimental. Esses dois dias, foram programados para aclimatar os animais ao novo ambiente. As biometrias parciais foram realizadas com intervalos de 16 dias entre elas. Contando a partir do dia da primeira alimentação com as rações testadas, até o dia da biometria final, foi percorrido o total de 80 dias.

Na biometria inicial todos os 300 juvenis foram pesados e medidos com paquímetro. Em cada biometria parcial, cinco juvenis de cada unidade experimental foram pesados e medidos. Na biometria final todos os peixes juvenis foram medidos e pesados. Para pesagem e medição foram utilizados, respectivamente, balança analítica (Bel® ± 0,0001 g) e paquímetro universal (150mm 530-104Br 0,05mm).

As análises bromatológicas realizadas foram proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e umidade. As metodologias utilizadas estão dispostas em AOAC (1984). Sendo que, para análise da proteína bruta foi utilizado método Kjeldahl e, para análise de extrato etéreo foi utilizado o método Soxhlet.

Para as variáveis peso, comprimento total, comprimento padrão, altura cinzas e umidade foi realizada análise de modelos lineares mistos com uso do procedimento MIXED do Statistical Analysis System (SAS System, Inc., Cary, NC, USA), e em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey (0,05). Antes das análises, utilizando procedimento MIXED, as variáveis foram avaliadas para Normalidade e Homocedasticidade pelos testes Shapiro Wilk e Breusch-Pagan, utilizando os procedimentos UNIVARIATE do sistema analítico SAS. Para as variáveis peso, comprimento total, comprimento padrão e altura, as medidas iniciais de cada uma das variáveis foram utilizadas como covariável na equação. As funções relativas às variáveis peso final, comprimento total, comprimento padrão e altura foram ajustadas em relação à concentração usando o procedimento REG do Statistical Analysis System (SAS System, Inc., Cary, NC, USA). Em relação a sobrevivência dos indivíduos, análise foi realizada pelo proposto por Kaplan e Meier (KAPLAN; MEIER, 1958), para obtenção das estimativas de sobrevivência.

Resultados

Os resultados obtidos referente aos parâmetros ambientais foram: temperatura da água 27,8 °C ± 0,4; oxigênio dissolvido 6,2 mg.L⁻¹ ± 0,4 (média ± desvio padrão); potencial hidrogeniônico 6,8 ± 0,9 (média ± desvio padrão); amônia NH₃-N 0,155 mg.L⁻¹ ± 0,148 (média ± desvio padrão).

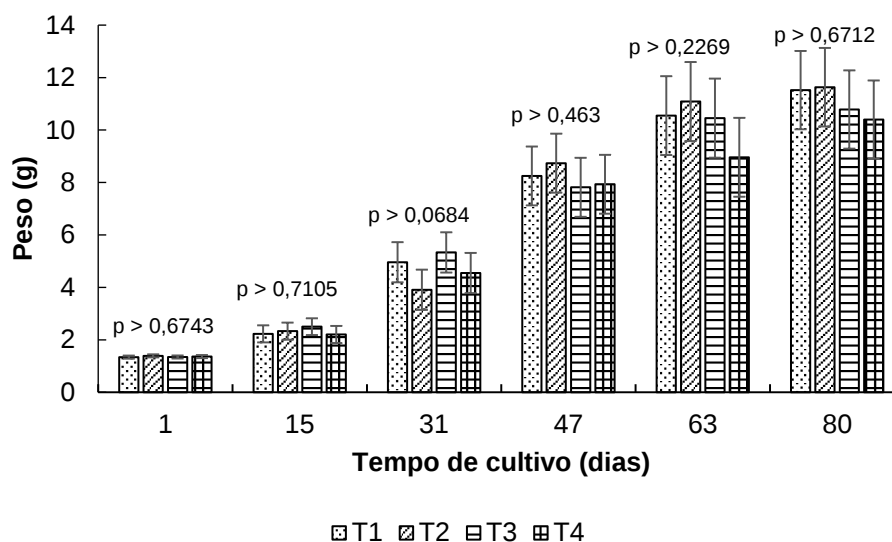
Para a variável cinzas, os resultados obtidos foram: In natura 56,61 g.kg⁻¹; Sem lavagem 62,65 g.kg⁻¹; Com lavagem 18,24 g.kg⁻¹. Assim, foi observado diferença significativa (%), para essa variável, sendo a alga com lavagem em água doce apresentando menos cinza do que as outras duas metodologias de lavagem. Optou-se então pelo uso da alga lavada com água doce para obtenção da farinha de alga. E Os dados de cinzas e umidades referentes à análise da farinha de *K. alvarezii* foram (média ± desvio padrão): umidade 17,20 g.kg⁻¹ ± 0,11; proteína 8,75 g.kg⁻¹ ± 1,24; extrato etéreo 12,15 g.kg⁻¹ ± 0,10; cinzas: 17,15 g.kg⁻¹ ± 0,11. Esses valores são similares aos observados para análise da alga submetida ao processo de lavagem com água doce.

Não foi observado diferença significativa para a variável sobrevivência (p > 0,05). As médias (erro padrão) observadas foram: T1 – 85,33 (0,04); T2 – 84,00 (0,04); T3 – 69,33 (0,05); T4 – 81,30 (0,04).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Já para os dados referentes à variável peso, comprimento total, comprimento padrão e altura, estes podem ser observados na Fig. 1. Não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) para estas variáveis.

Figura 1. Peso de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a níveis de inclusão da alga *Kappaphycus alvarezii* na ração, em diferentes tempos de cultivo (T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão).



Fonte: autor

Discussão

Foi observado que a alga *K. alvarezii*, antes de ser lavada com água doce (tratamento sem lavagem), apresenta quantidade significativa de material mineral (cinzas). Provavelmente, devido à grande área de superfície de contato, a *K. alvarezii* concentra quantidade significativa de água salgada em sua superfície e, esse fato tem como consequência o valor superior de cinzas na alga quando não é realizado o procedimento de lavagem com água doce. Para minimizar a quantidade de sais e sujidades aderidas a *K. alvarezii*, diversos autores mencionam a realização da lavagem com água doce antes da utilização dessa alga (WEBBER *et al.*, 2012; FELIX e BRINDO 2014).

Foi observado que *K. alvarezii* apresenta maior nível de umidade (%) quando não é realizada a lavagem em água doce. Provavelmente essa diferença, ocorreu pela característica higroscópica de sais (e.g. cloreto de sódio) presentes na água do mar. Essa hipótese corrobora com os resultados de maior teor de cinzas observado nas amostras de *K. alvarezii* que não passaram pelo procedimento de lavagem com água doce. O valor de umidade na forma in natura obtido no presente experimento está próximo dos valores observados por Zuldin *et al.* (2016) e Adharini *et al.* (2020) para a mesma alga.

A farinha de *K. alvarezii* apresentou valores de cinzas e umidade similares aos observados na análise de *K. alvarezii* lavada com água doce. Esse resultado era esperado, uma vez que, no presente experimento para obtenção da farinha da alga, foi realizado o procedimento de lavagem da alga antes da secagem e do processamento. Sobre os valores de proteína e lipídios da farinha de *K. alvarezii*, os valores observados variaram quando comparado com os resultados de outros autores (ZULDIN *et al.*, 2016; ADHARINI *et al.*, 2020). Segundo Adharini *et al.* (2020), variações na composição bromatológica de *K. alvarezii* são relatadas na literatura e são consequência de fatores geográficos e ambientais.

A inclusão de *K. alvarezii* na ração, nos níveis testados no presente experimento, não afetou o desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia-do-Nilo. Provavelmente, esse resultado está relacionado com a baixa toxicidade da carragenana quando administrada de forma oral, não sendo ela um ingrediente tóxico; a capacidade de *Oreochromis niloticus* em aproveitar os nutrientes provenientes das algas (COSTA *et al.*, 2013); e aos níveis de inclusão testados no presente experimento.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

O uso de algas como ingredientes em rações de organismos aquáticos também é sugerido por Hashim e Mat Saat (1992). Tais autores testaram o efeito da inclusão de quatro algas diferentes em rações, no crescimento de larvas de cabeça-de-cobra (*Channa striatus*). Pereira *et al.* (2012) mencionam que as algas *Porphyra dioica*, *Ulva spp.*, *Gracilaria vermiculophylla* e *Sargassum muticum*, podem ser utilizadas como ingredientes na alimentação de tilápias-do-Nilo e trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

Segundo Kumar e Kaladharan (2007), *K. alvarezii* pode ser utilizada como ingrediente substituto da farinha de peixe em rações para organismos aquáticos, uma vez que essa alga apresenta níveis satisfatórios de proteína. Mas é pertinente mencionar que esses autores basearam essa hipótese em análises químicas apenas, e indicam a necessidade de testes *in vivo*.

Assim como no presente experimento, Felix e Brindo (2014), testaram a inclusão de *K. alvarezii* na ração para testes com organismos aquáticos. Para esses autores, a inclusão de 10% de *K. alvarezii* na ração não afeta no desempenho de *Macrobrachium rosenbergii*. Mas esses autores relataram que a inclusão de 20 e 30% de *K. alvarezii* na ração, afetaram o desempenho de *M. rosenbergii*.

Ainda, a metodologia de processamento da ração influencia na disponibilidade e na lixiviação dos nutrientes, fatores que afetam o desempenho zootécnico dos organismos aquáticos. Entre os tipos de processamentos, a peletização e a extrusão são os mais utilizados na alimentação de organismos aquáticos (JOBILING *et al.*, 2001).

Os equipamentos utilizados nos principais tipos de processamentos das rações de organismos aquáticos, peletizadora e extrusora, conferem diferentes valores de pressão e temperatura à mistura (JOBILING *et al.*, 2001). Esses equipamentos promovem diferentes tipos e qualidades de péletes. Sendo que, atualmente, a extrusão é o processamento mais utilizada para confecção de rações para organismos aquáticos (MORO; RODRIGUES, 2015).

Segundo Rokey *et al.* (2010), o processamento por extrusão confere maior disponibilidade dos nutrientes e menor lixiviação. Tais autores comentam que a melhor qualidade das rações extrusadas ocorre devido à alta pressão (34 a 37 atm) e temperatura (125 a 150°C) que a mistura é submetida durante o procedimento. No presente experimento, a mistura passou pelo processo de peletização, e foi submetida a uma temperatura de, aproximadamente, 60°C. Como resultado, o pélete formado e utilizado na alimentação dos juvenis de tilápia-do-Nilo, apresentou menor qualidade do que é observado para rações comerciais extrusadas.

Os resultados referentes a variável sobrevivência demonstram que, dentro das condições impostas no presente experimento, a inclusão de *K. alvarezii* não afeta nessa variável. Apesar do resultado estatístico, observou-se uma média inferior para o tratamento de 6% de inclusão, comparado aos demais tratamentos. Contudo, esse valor médio inferior ocorreu devido a mortalidade elevada em uma das unidades experimentais, que acabou por afetar a média geral do tratamento. Corroborando com essa hipótese, a amplitude do intervalo de confiança para esse tratamento foi superior ao observado para os demais, indicando ampla variação entre as unidades experimentais do mesmo tratamento. Diversos autores relataram valores de sobrevivência superior a 90% em cultivos de tilápias-do-Nilo (COSTA *et al.*, 2013). Provavelmente, a baixa sobrevivência observada no presente experimento é consequência de uma ração de baixa qualidade.

Conclusão

Assim, com os resultados obtidos no presente experimento é possível concluir que, dentro dos níveis de inclusão testados, o desempenho zootécnico das tilápias-do-Nilo não foi afetado pela inclusão de *K. alvarezii* em rações peletizadas. E dessa forma, pode ser utilizada em rações de juvenis de tilápia-do-Nilo. Novos testes devem ser realizados para avaliar a qualidade dos péletes de rações com inclusão de farinha de *K. alvarezii*. Ainda, a inclusão dessa alga deve ser testada em outros tipos de processamentos de ração, como a extrusão. Por fim, *K. alvarezii* deve ser lavada em água doce quando for utilizada como ingrediente em rações de peixes.

Referências

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ADHARINI, R.I.; SETYAWAN, A.R.; SUADI. *et al.* Comparison of Nutritional Composition in Red and Green Strains of *Kappaphycus alvarezii* Cultivated in Gorontalo Province, Indonesia. **E3S Web Conferences**, 147, 03029. 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014703029>

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 14th Edition, Association of Analytical Chemists, Washington DC, 249-252, 1984.

CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. *et al.* Características físicas de dietas para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes. **Acta Scientiarum**, 24(4), 949-955, 2002.

COSTA, M.M.; OLIVEIRA, S.T.L.; BALEN, R.E. *et al.* Brown Seaweed meal to Nile tilapia fingerlings. **Arch. Zootec.**, 62 (237), 101-109, 2013.

COUTO, H.P. **Fabricação de rações e suplementos para animais: gerenciamento e tecnologias**. Viçosa/MG : CPT, 2008. 226p.

FELIX, N.; BRINDO, R.A. Substituting fish meal with fermented seaweed, *Kappaphycus alvarezii* in diets of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, 1(5), 261-265, 2014.

HASHIM, R.; MAT SAAT, N.A. The utilization of seaweed meals as binding agents in pelleted feeds for snakehead (*Channa striatus*) fry and their effects on growth. **Aquaculture**, 108, 299-308, 1992.

JOBLING, M., *et al.* Feed types, manufacture and ingredients. In: HOULIHAN, D.; BOUJARD, T.; JOBLING, M. (Eds.). **Food Intake in Fish**. Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Science, 2001. p.25-48.

KAPLAN, E.L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal of the American Statistical Association**, 53 (282), 457-481, 1958.

KUMAR, V.; KUMAR, A.; ROY, S. *et al.* Growth and Hemato-Immunological Response to Dietary i-Carrageenan in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) juveniles. **The Israeli Journal of Aquaculture**, 10p, 2014.

KUMAR, V.V.; KALADHARAN, P. Amino acids in the seaweeds as an alternate source of protein for animal feed. **J. Mar. Biol. Ass. India**, 49(1), 35-40, 2007.

MORO, G.V.; RODRIGUES, A.P.O. **Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento**. Palmas : Embrapa Pesca e Aquicultura. 32 p.: il. color. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 14). 2015.

PEREIRA, R.; VALENTE, L.M.P.; SOUSA-PINTO, I. *et al.* Apparent digestibility of nutrients from seaweeds in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Algal Research**, 1, 77-82, 2012.

ROKEY, G.; PLATTNER, B.; SOUZA, E.M. Feed extrusion process description. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 510-518, 2010.

WEBBER, V.; CARVALHO, S.M.; OGLIARI, P.J. *et al.* Optimization of the extraction of carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* using response surface methodology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 32(4), 812-818, 2012.

ZULDIN, W.H.; YASSIR, S.; SHAPAWI, R. Growth and biochemical composition of *Kappaphycus* (Rhodophyta) in customized tank culture system. **J. Appl. Phycol**, 28, 2453-2458, 2016.