

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS – CCAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

MARCIO FANTTINI POLESE

**UTILIZAÇÃO DE ALGA MARINHA (*Kappaphycusalvarezii*) NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIAS-DO-NILO (*Oreochromisniloticus*)**

ALEGRE-ES

2021

MARCIO FANTTINI POLESE

**UTILIZAÇÃO DE ALGA MARINHA (*Kappaphycusalvarezii*) NA ALIMENTAÇÃO DE
TILÁPIAS-DO-NILO (*Oreochromisniloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr.: Pedro Pierro Mendonça.
Coorientador: Prof. Dr.: Leonardo Demier Cardoso.

ALEGRE-ES

2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F216u Fanttini Polese, Marcio, 1985-
Utilização de alga marinha (*Kappaphycus alvarezii*) na alimentação de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). : Alga marinha / Marcio Fanttini Polese. - 2021.
58 f. : il.

Orientador: Pedro Pierro Mendonça.
Coorientador: Leonardo Demier Cardoso.
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Densidade. 2. Flutuabilidade. 3. Sistema de criação de peixes. I. Pierro Mendonça, Pedro. II. Demier Cardoso, Leonardo. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 619

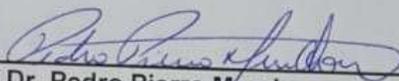
MARCIO FANTTINI POLESE

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

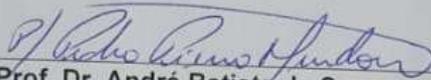
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2021.

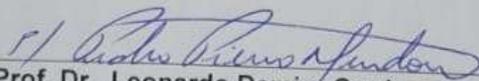
COMISSÃO EXAMINADORA



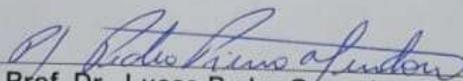
Prof Dr. Pedro Pierro Mendonça
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. André Batista de Souza
Instituto Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Leonardo Demier Cardoso
Instituto Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Lucas Pedro Gonçalves Junior
Universidade Federal de Minas Gerais

Dedico este trabalho a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram para chegar até aqui, pois sem luta não há vitória, dedico a Deus, familiares, professores e amigos.

“Se Deus é por nós quem será contra nós”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria saúde paz para se fazer cumprir cada parte deste grande aprendizado nessa minha caminhada, pois sem ele tudo seria bem mais difícil.

Agradeço em especial minha família que sempre me apoiou me incentivou sempre estando do meu lado em todos os momentos dessa minha trajetória. Pois sem vocês não teria vencido, vocês são muito importantes em minha vida sempre. Em especial meu irmão Marcelo Fanttini Polese e a esposa Ariele Abreu Venturini Polese que sempre me apoiaram e incentivaram pois já passaram por essa fase. Obrigado amo muito vocês todos família.

Agradeço também em especial este grande exemplo de profissionalismo, professor, pai de família onde muitas pessoas assim como eu se espelha e sabe realmente o trabalho deste grande profissional que só tenho a agradecer e agradecer muito mesmo o meu querido orientador Pedro Pierro Mendonça obrigado por tudo que fez que você possa receber muitas bênçãos se Deus quiser.

A todos colegas do Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais – LNPEO do Ifes campus Alegre, por toda ajuda e colaboração com este presente trabalho, ao Laboratório de Química do Ifes e Laboratório de Bromatologia da Ufes campus Alegre por me ajudar nas análises feitas, aos amigos e colegas do mestrado da Ufes.

Ao colegiado e Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade e aprendizado e a todos os professores deste programa.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – IFES campus Alegre por poder realizar as atividades necessárias com toda infraestrutura necessária.

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Obrigado a todos.

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará
Ele me faz repousar em pastos verdejantes
Leva-me para junto das águas de descanso”

RESUMO

POLESE, MARCIO FANTTINI. **Utilização de alga marinha (*Kappaphycusalvarezii*) na alimentação de tilápias-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*)**. 2021. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2021.

Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes níveis de inclusão de farinha de *Kappaphycusalvarezii*, na ração de 300 juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*) com peso inicial médio de 1,3583 g \pm 0,0213, quatro tratamentos (T1 – 0%; T2 – 3%; T3 – 6%; T4 – 9% de inclusão de farinha de *K.alvarezii*) foram testados. O experimento foi realizado em sistema de recirculação de água, com 20 unidades experimentais, instalado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) campus Alegre. As rações peletizadas foram processadas no mesmo laboratório onde se desenvolveu a parte de campo. Além dos testes com o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia-do-Nilo, também foram analisadas as características de qualidade da ração: fluvariabilidade, dissociação e densidade. Não foi observada influência da inclusão de farinha de *K.alvarezii* nos parâmetros de desenvolvimento zootécnico ($P > 0,05$) 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 ($P < 0,05$). Não houve efeito da inclusão de farinha de *K.alvarezii* na sobrevivência dos juvenis de tilápia-do-Nilo. Mas as médias de sobrevivência ficaram abaixo do esperado para cultivos da espécie em sistema de recirculação de água. Não foi observado efeito da inclusão de farinha de *K.alvarezii* na dissociação e fluvariabilidade dos pletes de ração, mas houve efeito significativo ($P < 0,05$) na densidade da ração. A inclusão de 9 % de farinha de *K.alvarezii* diminuiu a densidade da ração. Novos testes devem ser realizados para avaliar a qualidade dos pletes de rações com inclusão de farinha de *K. alvarezii*. A inclusão deve ser testada em outros tipos de processamentos de ração, como a extrusão.

Palavras-chave: Aglutinantes. Desempenho zootécnico. Ração peletizada.

ABSTRACT

POLESE, MARCIO FANTTINI. **Use of seaweed (*Kappaphycusalvarezii*) in pelleted feeds for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** 2021. 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2021.

To evaluate the influence of different levels of inclusion of *Kappaphycusalvarezii* meal on the diet formulation of 300 Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) with an average initial weight of $1.3583 \text{ g} \pm 0.0213$, four treatments were proposed (T1 - 0%; T2 - 3%; T3 - 6%; T4 - 9% inclusion of *K. alvarezii* flour). The experiment was carried out in a recirculation aquaculture system, with 20 experimental units, installed in the Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) of IFES. The pelleted feeds were processed in the same laboratory where the field part was developed. In addition to the tests with Nile tilapia juveniles development, the characteristics of the pelleted feeds were also analyzed: buoyancy, dissociation and density. There was no influence on the inclusion of *K. alvarezii* meal in the development parameters ($P > 0.05$) of Nile tilapia juveniles. It was observed that the treatment with 6 % inclusion of *K. alvarezii* meal promoted biomass (g) lower than the control treatment ($P < 0.05$). There was no effect of the inclusion of *K. alvarezii* meal on the survival of Nile tilapia juveniles. But the survival averages were lower than expected for crops of the species in a recirculating aquaculture system. There was no effect of the inclusion of *K. alvarezii* meal on the dissociation and buoyancy of the feed pellets, but there was no significant effect ($P < 0.05$) on feed density. The inclusion of 9% of *K. alvarezii* meal decreased the density of the feed. Further tests should be performed to evaluate the quality of the pellets with inclusion of *K. alvarezii* meal. Inclusion should be tested in other types of feed processing, such as extrusion.

Key-words: Binders. Nile tilapia development. Pellet feeds.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Estimativa das exigências de proteína e aminoácidos para tilápias (com base na matéria natural).	17
Tabela 2 — Composição alimentar de rações com diferentes níveis de inclusão de <i>K. alvarezii</i>	27
Tabela 3 — composição de <i>Kappaphycus alvarezii</i> : teor de cinzas (%) e umidade (%) em amostras submetidas a duas metodologias de tratamento antes da realização de análise bromatológica.	34
Tabela 4 — Dados de desempenho zootécnico de juvenis de tilápias-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão da alga <i>K. alvarezii</i> . (TRAT – tratamento: T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão). (CA – conversão alimentar; TCE – taxa de crescimento específico (%); GP – ganho de peso (g). (média ± desvio padrão).....	36
Tabela 5 — Média (%), erro padrão e intervalo de confiança da sobrevivência de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de <i>Kappaphycus alvarezii</i>	41
Tabela 6 — Dissociação dos péletes de duas rações com diferentes níveis de inclusão de <i>K. alvarezii</i>	42
Tabela 7 — Classificação da flutuabilidade de rações com diferentes granulometrias e em diferentes níveis de inclusão de <i>K. alvarezii</i>	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Panorama da aquicultura no Brasil e no Mundo	14
2.2. Tilápia: mercado, produção e nutrição.....	15
2.3. Metodologias no processamento de ração	19
2.4. Aglutinantes utilizados na formulação de rações	20
2.5. <i>Kappaphycus alvarezii</i> : composição e utilização pelo homem	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Localização das instalações	23
3.2. Delineamento experimental	23
3.3. Sistema de recirculação de água e análise de qualidade de água	24
3.4. Juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) e arraçoamento.....	25
3.5. Preparo da alga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	26
3.6. Processamento das rações	26
3.7. Biometrias	28
3.8. Análise bromatológica	28
3.9. Análises de qualidade do pélete	28
3.10. Dados de desempenho zootécnico	32
3.11. Análise estatística	32
4. RESULTADOS	34
4.1. Qualidade de água	34
4.2. Análise da alga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	34
4.3. Desempenho zootécnico dos juvenis de <i>O. niloticus</i>	35
4.4. Dissociação do pélete	41
4.5. Flutuabilidade do pélete	42
4.6. Densidade da ração	42
5. DISCUSSÃO	44
6. CONCLUSÃO	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a aquicultura mundial vem crescendo significativamente (SOFIA, 2020). Dentro da aquicultura, a piscicultura continental se destacou como principal atividade da área (SOFIA, 2018). No Brasil, a piscicultura, em 2019, apresentou crescimento superior ao PIB (IBGE, 2019).

A piscicultura continental tem na ração o principal custo de produção, podendo superar valores de 70% (LEONARDO et al., 2018). Nas últimas décadas, avanços significativos foram realizados na área da formulação e processamento de rações. O advento da ração peletizada mudou o cenário da produção animal mundial, mas para aquicultura, foram as rações extrusadas que mais impactaram no desenvolvimento da atividade (WALDIGE; CASEIRO, 2003).

O processo de extrusão promove a gelatinização e expansão do amido, quase que em sua totalidade (JOBBLING et al., 2001). Como consequência é produzido um pélete que flutua na superfície da água, com maior estabilidade e que produz menos finos (MORO; RODRIGUES, 2015).

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.

Pensando nesse segmento, a tentativa de produzir um pélete de melhor qualidade pode ser interessante para esses produtores (TIAMIYU e SOLOMON, 2012). 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 testam a viabilidade das farinhas de algas nas rações para organismos aquáticos (HASHIM e MAT SAAT, 1992). Além de fornecer estabilidade ao pélete,

os aglutinantes não podem afetar no desenvolvimento zootécnico dos organismos cultivados (FELIX; BRINDO, 2014; CANTELMO et al., 2002).

Entre as algas testadas, *Kappaphycusalvarezii* 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; HAYASHI et al., 2008; TRONO, 1998). 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 (ZULDIN et al., 2016; FELIX; BRINDO, 2014).

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 (*Oreochromisniloticus*) e na estabilidade de péletes de rações que passaram pelo processo de peletização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Panorama da aquicultura no Brasil e no Mundo

Em 2018, a humanidade utilizou, aproximadamente, 179 milhões de toneladas de pescado, sendo destes, 156 milhões para consumo (SOFIA, 2020). A aquicultura, junto da pesca, são as atividades que fornecem pescado para humanidade. Nas últimas décadas, a aquicultura vem crescendo seu percentual de relevância no fornecimento de pescado e, em 2018, chegou a 46% de representação na produção total (SOFIA, 2020). O país que mais se destaca na área definitivamente é a China, mas outros países como Chile, Noruega, Egito, Índia, Nigéria e Viet Nam vem crescendo em termos de representatividade no mercado mundial (SOFIA, 2018).

Dentro da aquicultura, existem diversas áreas que são organizadas de acordo com as espécies alvo. Dentre essas áreas, a nível mundial, a piscicultura continental representa a área de maior relevância dentro da aquicultura (SOFIA, 2020). Segundo dados da SOFIA (2018), em 2016 a produção de peixes de água doce, no mundo, representou 59,37% do total de organismos aquáticos produzidos pela aquicultura.

No Brasil, a piscicultura atingiu o total de 529,6 mil toneladas em 2019 (IBGE, 2019a). O Estado brasileiro com maior representação na produção de peixes é o Paraná, sendo responsável por 23,9% da produção nacional no ano de 2019 (IBGE, 2019a). No mesmo ano, o Estado de São Paulo, segundo maior produtor, foi responsável por 9,6% da produção nacional, e Rondônia representou 9,2% da produção nacional (IBGE, 2019a).

O crescimento anual da aquicultura vem crescendo ano após ano, demonstrando a relevância do pescado como fonte de proteína animal para a humanidade (SOFIA, 2020). Apesar desse cenário promissor, nos últimos anos esse crescimento tem sido cada vez menor, segundo dados da SOFIA (2020), entre os anos 2001 a 2018, o crescimento médio foi de 5,3%, mas em 2017, o crescimento foi de 4% e em 2018 foi de apenas 3,2%.

No Brasil, o crescimento da piscicultura é um pouco mais acanhado, alcançando o valor de 1,7% de 2019 em relação a 2018 (IBGE, 2019a). Mas, os dados da PeixeBR demonstram um cenário de crescimento mais arrojado, podendo

ser observados valores de crescimento de 4,5% de 2019 em relação a 2018 (ANUÁRIO PEIXE BR, 2019) e 4,9% de 2020 em relação a 2019 (ANUÁRIO PEIXE BR, 2020).

O crescimento da produção de pescado está diretamente relacionado com a busca da humanidade por fontes mais saudáveis de proteína de origem animal (SOFIA, 2018). Os dados que ratificam essa busca são o aumento do consumo médio anual de pescado, atingiu 20,5 kg *per capita*; e a maior porcentagem do uso do pescado para consumo, do que para fins não alimentícios (SOFIA, 2020).

No Brasil, a média de consumo *per capita* (± 10 kg/habitante/ano) está muito abaixo da média mundial (ANUÁRIO PEIXE BR, 2020) e, abaixo da média estipulada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que é de 12 kg/habitante/ano. A situação se agrava pois os valores de consumo *per capita* apresentam ampla variação de uma região para outra e, por isso, acredita-se que para alguns Estados brasileiros, o consumo não chegue a 5 kg/habitante/ano (SONODA et al., 2012).

Um dos fatores que diminui a atratividade do pescado no Brasil, é o valor dos produtos (CEAGESP, 2021) em relação ao salário médio do brasileiro. Em pesquisa realizada pela Embrapa, foi observado que as pessoas que consomem mais pescado são aquelas que possuem renda mensal entre R\$ 2.005 e 8.640, valores superiores aos observados para média salarial nacional de R\$ 1.373 em 2019, segundo dados do IBGE (2019b).

2.2. Tilápia: mercado, produção e nutrição

O Brasil se destaca por possuir diversas espécies com potencial para cultivo, como o tambaqui (*Colossomamacropomum*), o pirarucu (*Arapaima gigas*) e o pacu (*Piaractusmesopotamicus*) (IBGE, 2019a). Apesar do grande número de espécies nativas, as tilápias, espécies exóticas à fauna brasileira, são as principais espécies produzidas no país, representando 61,1% do total produzido (IBGE, 2019a).

Dentro do grupo das tilápias, a espécie *Oreochromisniloticus*, popularmente conhecida como tilápia-do-Nilo ou tilápia nilótica, é a espécie com maior representatividade (SOFIA, 2018). Segundo dados da SOFIA (2018), a tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) representou, em 2016, 8% da produção total de peixes no mundo.

Outro dado interessante é que *O. niloticus* representou, aproximadamente, 78% da produção do grupodasilápias produzidas no mundo (SOFIA, 2018).

A tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) é um peixe da família dos ciclídeos, que tem origem do delta do Rio Nilo (leste da África) (DIAS, 2019). Atualmente, a espécie é amplamente disseminada em países das regiões tropicais e subtropicais (SOFIA, 2018). No Brasil, a tilápia-do-Nilo foi introduzida no início da década de 1970, com o intuito de repovoar alguns açudes da região Nordeste (DIAS, 2019; KUBITZA, 2011).

No Brasil, o cultivo de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) ganhou maior notoriedade a partir da década de 1990, levando vantagem sobre as espécies nativas, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (KUBITZA, 2011). O principal motivo para o cultivo de *O. niloticus* ser mais vantajoso do que das espécies nativas, foi a fartura de conhecimento sobre a espécie e o protocolo de produção já estabelecido (DIAS, 2019).

O conhecimento técnico-científico disponível sobre a biologia e os protocolos de produção refletem no custo de produção da tilápia-do-Nilo, que, para cultivos em viveiros escavados, eradeR\$ 3,82/kg para cidade de Fartura/SP; R\$ 3,78/kg para cidade de Tubarão/SC e R\$ 3,64/kg para a cidade de Toledo/PR, em julho de 2019 (EMBRAPA, 2021); e no preço de comercialização dos produtos, que em média é menor do que de outras espécies (CEAGESP, 2021).

Para se obter um protocolo de produção e uma cadeia produtividade bem consolidados, é necessário se conhecer a nutrição do animal alvo. Nesse aspecto, existem diversas publicações sobre o assunto, sendo a tilápia-do-Nilo, uma das espécies mais estudadas no mundo (NUR et al., 2020; ANDRADE et al., 2015; FURUYA et al., 2012; KUBITZA, 1999).

Em termos de exigência nutricional, as tilápias apresentam necessidade de diversos nutrientes para se desenvolver de forma adequada (KUBITZA, 1999). Entre os nutrientes mais estudados, o teor de proteína e de aminoácidos ganha destaque por influenciar no desempenho dos animais e, principalmente, no custo de produção (FURUYA et al., 2012).

Assim como os animais terrestres, os peixes não possuem exigência verdadeira de proteína, mas de uma dieta equilibrada em aminoácidos (WILSON, 2002). Segundo Cyrino *et al.* (2002), as exigências em aminoácidos essenciais pelos peixes (arginina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) são similares a dos demais animais.

No geral, os nutricionistas brasileiros concentram esforços para reduzir os teores de proteína das dietas por meio da elaboração mais precisa de rações com base em valores de nutrientes digestíveis, pela suplementação de aminoácidos, adequação do manejo alimentar e tecnologias de processamento para aumentar a estabilidade dos grânulos em meio aquático (FURUYA et al., 2012) (Tabela 1).

Tabela 1— Estimativa das exigências de proteína e aminoácidos para tilápias (com base na matéria natural).

Nutriente (%)	Período de cultivo		
	Inversão	Pós inversão (até 100 g)	> 100 g
Proteína bruta	41,30	29,73	26,80
Proteína digestível	38,60	26,81	24,30
Lisina	2,20	1,53	1,38
Metionina	0,75	0,52	0,47
Metionina + cistina	1,32	0,92	0,83
Treonina	1,70	1,18	1,07
Arginina	1,81	1,26	1,14
Fenilalanina + tirosina	2,38	1,65	1,50
Histidina	0,75	0,52	0,47
Isoleucina	1,34	0,93	0,84
Leucina	1,46	1,01	0,92
Triptofano	0,43	0,30	0,27
Valina	1,20	0,83	0,75

Fonte: adaptado de Furuya, 2010

Entre os ingredientes mais utilizados como fonte de proteína para rações de organismos aquáticos, a farinha de peixe recebe destaque devido a seu valor nutritivo e, conseqüente resposta em desempenho zootécnico dos animais cultivados (NEW; WIJKSTRÖM, 2002). A ampla procura por esse ingrediente faz com que ocorra aumento do valor de mercado, sendo a farinha de peixe um dos ingredientes mais onerosos na formulação de rações para organismos aquáticos (NEW; WIJKSTRÖM, 2002).

Como o custo com alimentação pode chegar a representar mais de 70% do custo de produção animal (LEONARDO et al., 2018), a busca por ingredientes que possam substituir a farinha de peixe, nas rações de organismos aquáticos, de forma a minimizar os custos de produção, sem que ocorra perda de desempenho, é uma realidade na aquicultura (TIAMIYU; SOLOMON, 2012).

Entre os ingredientes testados para substituir a farinha de peixe como principal fonte de proteína nas rações de organismos aquáticos, as farinhas de alga

ganham destaque (HASHIM; MAT SAAT, 1992). Segundo HashimeMatSaat (1992), as farinhas de algas podem ser utilizadas em rações de organismos aquáticos não apenas como fator aglutinante, mas também como fonte de nutrientes de ótima qualidade. Para FELIX e BRINDO (2014), as farinhas de algas apresentam potencial como ingrediente substituinte da farinha de peixe em rações de organismos aquáticos.

Outro ponto importante para elaborar um protocolo de produção animal é conhecer valores aceitáveis de desempenho zootécnico. Esses dados, mesmo que não representem fidedignamente aos valores observados nas fazendas de produção, uma vez que a maioria é obtido em ensaios em laboratórios com variáveis ambientais controladas, servem como base para os produtores planejarem suas produções e identificarem problemas de manejo.

O peso final é o valor médio da massa corporal dos indivíduos cultivados (JOBBLING et al., 2001). Não existe um peso final adequado, cada nicho do mercado vai exigir determinado peso. Para tilápias que são destinadas à produção de filé, a massa ideal é de 450-500 g (SILVA et al., 2009). O tempo que o peixe leva para atingir o peso final ideal é que pode representar um problema. O desejável é que as tilápias atinjam o peso ideal para comercialização no período de 6 a 9 meses de cultivo (SENAR, 2017).

A conversão alimentar é um parâmetro zootécnico dado pelo produto da divisão do consumo total de ração (kg) pelo peso total do lote (kg) (JOBBLING et al., 2001). A conversão alimentar é influenciada por diversos fatores (e.g. sistema de cultivo; alimentação), entre eles, a fase de desenvolvimento do animal tem destaque. Nas fases iniciais a conversão alimentar pode variar de 0,8 a 1,2 (Nur et al., 2020; SANTOS et al., 2015); enquanto nas fases finais os valores podem variar de 1,3 a 1,6 (ASHOUR et al., 2020; MORAES et al., 2009).

A sobrevivência é um parâmetro zootécnico que influencia de maneira demasiada na lucratividade da atividade. Diversos valores são relatados por pesquisadores em cultivos com tilápia-do-Nilo, desde valores próximos a 70% (ASHOUR et al., 2020; COSTA et al., 2017) até valores superiores a 90% (ABAHO et al., 2020; COSTA et al., 2013). Para cultivos em sistemas de recirculação de água, são relatados dados de sobrevivência superiores a 95% (TANJUNG et al., 2019).

2.3. Metodologias no processamento de ração

A aquicultura é uma atividade milenar, mas apesar disso, o uso de rações na alimentação de organismos aquáticos é relativamente recente (MORO; RODRIGUES, 2015). Durante séculos, a alimentação de peixes nos cultivos foi baseada nos métodos de alimentação indireta (fertilização dos viveiros e produção da comunidade planctônica e bentônica) e, ainda hoje, essa prática apresenta imensa representação na produção mundial (SOFIA, 2018).

Para a piscicultura brasileira, a história não é diferente, apesar dos primeiros esforços para desenvolver a atividade de forma comercial datarem da década de 1940, foi com o advento das rações peletizadas na década de 1980 e das rações extrusadas na década de 1990, que a piscicultura obteve seu amadurecimento como atividade (WALDIGE; CASEIRO, 2003).

Existem diferentes formas de classificar as rações utilizadas para organismos aquáticos e, segundo Moro e Rodrigues (2015), as de maior relevância para aquicultura são: peletização, extrusão e floculação. Neste documento, serão tratadas, apenas, as rações peletizadas e extrusadas, uma vez que as rações floculadas apresentam maior relevância para o segmento da piscicultura ornamental, que não é o foco do presente documento.

As rações peletizadas são amplamente utilizadas na produção animal, mas para aquicultura, foram gradativamente substituídas pelas rações extrusadas (MORO; RODRIGUES, 2015). Sobre a peletização, Couto (2008) a conceitua como um processo de modelagem proposto por uma série de operações mecânicas, que consiste em aglutinar partículas após submetê-las à umidade, ao calor e à pressão, com a formação de péletes.

Durante o processamento do pélete, a temperatura da mistura pode atingir 85°C, o que causa gelatinização parcial do amido e, certa aglutinação. Uma vez que o processo apenas ocasiona a compactação da mistura, o pélete formado apresenta alta densidade e, afunda rapidamente na água (PASTORE et al., 2012).

A qualidade do pélete produzido no processo de peletização depende de diversos fatores, como: a qualidade do vapor utilizado, a composição da mistura, tamanho das partículas dos ingredientes e o tipo da matriz (COUTO, 2008). Falhas na execução dos procedimentos vão afetar na integridade do pélete, na sua resistência e durabilidade (MORO; RODRIGUES, 2015; HASTING, 1968).

Já o processo de extrusão é conceituado por Couto (2008) como um processo hidrotérmico em que a mistura é forçada a fluir por uma variedade de condições: mistura, hidratação, calor, pressão, formatação e corte. O produto do processo de extrusão é um pélete mais estável em meio aquático e que permite menor lixiviação de nutrientes, quando comparado com o pélete formado pelo processo de peletização.

Os procedimentos realizados na extrusão conferem à mistura altas temperaturas (110-150°C) e pressões, que promovem a quase total expansão e gelatinização do amido(COUTO, 2008; RUNSEY, 1980). Como consequência é produzido um pélete que flutua na superfície da água, com maior estabilidade na água e que produz menos finos (MORO; RODRIGUES, 2015).

Apesar das vantagens técnicas, o processo de extrusão é mais oneroso do que o processo de peletização (MORO; RODRIGUES, 2015). Além de demandar conhecimentos técnicos mais específicos durante a confecção da ração (COUTO, 2008).

2.4. Aglutinantes utilizados na formulação de rações

Na aquicultura, a hidroestabilidade dos péletes é um ponto fundamental para o sucesso da atividade (PASTORE et al., 2012). As dietas dos animais aquáticos, devem permanecer estáveis na água tempo suficiente para que os animais localizem e consumam os péletes (CANTELMO et al., 2002).

A hidroestabilidade dos péletes ganha característica central na discussão da aquicultura, principalmente, quando são levantados os dados de custo de produção. O custo com alimentação pode superar os 70% do custo total da produção nos cultivos intensivos (LEONARDO et al.,2018)e, permitir perda de estabilidade do pélete quando em meio aquoso e lixiviação de nutrientes, é aceitar o prejuízo na atividade.

Diversos autores salientam a importância da gelatinização do amido como agente aglutinante e estabilizante e, sugerem o uso de ingredientes ricos em amido como o milho e o trigo (RIAZ, 1997; COLONNA et al., 1984). Por isso, o processo de extrusão substituiu quase que completamente a peletização para os grandes produtores de organismos aquáticos (MORO; RODRIGUES, 2015). Todavia, a extrusão é um processo que onera o produto e, com o intuito de minimizar custos, alguns pesquisadores buscam outras formas de conferir estabilidade aos péletes utilizados na alimentação de organismos aquáticos (TIAMIYU; SOLOMON, 2012; CANTELMO et al., 2002).

Nessa linha de pesquisa, os aglutinantes ou “*binders*” são aditivos utilizados pelas indústrias que auxiliam no processamento das rações, promovendo o aumento da estabilidade, resistência e que promovem menos finos (PASTORE et al., 2012; TIAMIYU; SOLOMON, 2012). Os aglutinantes podem ser sintéticos (e.g. polimetilcarbamina) ou naturais (e.g. farinha de alga; amido) (TIAMIYU; SOLOMON, 2012; SOUSA JÚNIOR et al., 2007; CANTELMO et al., 2002).

Segundo TiamiyueSolomon (2012), o uso de aglutinantes em rações peletizadas pode ser uma alternativa interessante para nichos da aquicultura, como a aquicultura familiar. Esses autores salientam que o uso de rações peletizadas com a incorporação de aglutinantes naturais na formulação, pode ser uma alternativa vantajosa para baixar o custo da produção.

Entretanto, Pastore *et al.* (2012) lembram que a metodologia utilizada para conferir hidroestabilidade não pode interferir negativamente na digestibilidade da dieta e, conseqüentemente, no desempenho dos animais aquáticos. Sobre esse aspecto, diversos autores mencionam desempenho abaixo do esperado quando são utilizados determinados aglutinantes ou quando os aglutinantes são utilizados em demasia na formulação da ração (SOUSA JÚNIOR et al., 2007; STOREBAKKEN, 1985).

2.5. *Kappaphycusalvarezii*: composição e utilização pelo homem

Originalmente descrita como “*Eucheumaalvarezii*” Doty, sendo posteriormente transferida para o gênero *Kappaphycus* (Doty), *Kappaphycusalvarezii* (Rhodophyta, Florideophyceae, Gigartinales, Solieriaceae), juntamente com *K. striatum* (Schmitz)

Doty, entre demais espécies, é conhecida pelo nome comercial de “cotonii” (DOTY, 1988).

K. alvarezzi apresenta diversas utilidades para o homem (e.g. alimento; controle de poluição por metais pesados; imunestimulante; indústria farmacêutica), mas é como fonte de carragenana, um hidrocoloide comercialmente importante, que a alga se destaca (KUMAR et al., 2014; HAYASHI et al., 2008; TRONO, 1998).

As carragenanas são colóides hidrofílicos obtidos de várias espécies de algas vermelhas, principalmente daquelas pertencentes aos gêneros *Euclima* (Agardh) e *Kappaphycus* (TRONO, 1997; STANLEY, 1987). Os hidrocolóides são amplamente utilizados pelas suas propriedades como agente gelificante, espessante, estabilizante e emulsificante (WEBBER et al., 2012).

Na literatura, são descritas metodologias de extração da carragenana que envolvem procedimentos de lavagens da alga seca para remoção dos sais, areia, resíduos e micro-organismos, exposição ao sol, seguidos de digestão em água quente ou em soluções levemente alcalinas, podendo ser tratamentos alcalinos a quente e a frio (WEBBER et al., 2012; DOTY, 1988; STANLEY, 1987; SIJAN; PING, 1984). A metodologia de extração da carragenana pode influenciar no rendimento do ficocolóide (WEBBER et al., 2012).

Nos últimos anos, farinhas de algas têm sido testadas em rações para organismos aquáticos na tentativa de aproveitar das ações estabilizantes, emulsificantes e gelatinizantes dos hidrocolóides (OGELLO et al., 2014; FELIX; BRINDO, 2014; HASHIM; MAT SAAT, 1992).

Além de possuir hidrocolóides em sua composição, algumas algas apresentam alto teor de proteína, com bom perfil de aminoácidos, em sua composição (FELIX; BRINDO, 2014; KUMAR; KALADHARAN, 2007). No caso de *K. alvarezzi*, os principais pontos relatados pelos autores sobre a composição dessa alga são o alto teor de cinzas e a variabilidade nos índices de proteína (ZULDIN et al., 2016; FELIX; BRINDO, 2014; WEBBER et al., 2012). Segundo Adhariniet al. (2020), a variação na composição de *K. alvarezzi* é influenciada por fatores geográficos e ambientais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização das instalações

O experimento foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) campus Alegre (Localização: 20°45'38"S; 41°27'04"W). Para realização das atividades a campo, foram utilizadas as instalações do Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO).

As análises de bromatologia foram realizadas em dois laboratórios: Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) campus Alegre (Localização: 20°45'41"S; 41°32'12"W) e, Laboratório de Química do IFES campus Alegre (Localização: 20°45'38"S; 41°27'04"W).

3.2. Delineamento experimental

Foi realizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições cada. Como unidades experimentais, foram considerados as caixas de amianto que compunham o sistema de recirculação de água utilizado. Os quatro tratamentos propostos representam o valor crescente de inclusão de farinha de *Kappaphycus alvarezii* na ração (T1 – 0 %, T2 – 3 %, T3 – 6 % e T4 – 9 %).

3.3. Sistema de recirculação de água e análise de qualidade de água

O sistema de recirculação de água foi composto de 20 caixas de amianto, sendo cada uma delas considerada uma unidade experimental (Figura 1). Cada caixa possuía volume útil de 90 L e, era dotada de entrada e saída de água individual. A saída de água era externa, no modelo “bengala” para controle do volume da caixa.

Além das unidades experimentais, o sistema possuía uma motobomba de $\frac{3}{4}$ de CV que promovia o fluxo de renovação de 10 vezes o volume de cada unidade experimental por dia. Ainda, o sistema possuía um filtro mecânico, caixa de polietileno com volume de 3 L e mídia filtrante composta de manta acrílica; filtro biológico, caixa de polietileno com volume de 150 L e mídia biológica composta de argila expandida, brita e tela em polietileno; por fim, uma caixa de retorno, caixa de polietileno com volume de 150 L, onde ficava alojada a bomba d'água.

Semanalmente, as unidades experimentais passaram por processo de limpeza, através de sifonamento das sujidades, através do uso de mangueira cristal (3/4”) e balde (15 L). A manta acrílica do filtro mecânico era lavada diariamente. Para evitar mudanças bruscas na qualidade de água do sistema, o volume total de água removido durante esse processo não ultrapassava 20 % do volume total do sistema. Para reposição da água trocada, sempre se utilizava água previamente aclimatada aos fatores ambientais locais.

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.

Figura 1- Sistema de recirculação de água utilizado durante o período experimental.



3.4. Juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e arraçoamento

Foram utilizados 300 juvenis de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), com peso médio de $1,3583 \text{ g} \pm 0,0213$, obtidos no IFES campus Alegre. Antes de entrarem nas unidades experimentais, os juvenis estavam alocados em dois tanques de 500 L (150 juvenis em cada tanque), em sistema de renovação de água e, com alimentação diária (ração extrusada), no LNPEO do IFES.

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 arraçoamento, 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.

3.5. Preparo da alga *Kappaphycusalvarezii*

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*.

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 48h, no período entre 8h até 17h, a água de imersão das caixas de polietileno foi completamente trocada para auxiliar na remoção do sal. Após esse período, os 9 kg de alga seca lavada, foram colocados para secar ao ar.

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.

3.6. Processamento das rações

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 (SUPERCRAC®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 Tabela 2. Foi proposto para todas as rações o teor de 34 % de proteína bruta e 3,4 Mcal.kg⁻¹.

Tabela 2— 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

Após formuladas as rações, os ingredientes foram misturados para obtenção da mistura. Foi nessa etapa onde se realizou o método de diluição para obtenção das rações de 3 e 6 % de inclusão de *K.alvarezii*. Os ingredientes foram misturados manualmente, com auxílio de lona plástica, para evitar desperdícios e contaminação. Durante a fase de preparo da mistura, foi utilizado, aproximadamente, um litro de água a temperatura de 60 °C.

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.

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 e 10 °C).

3.7. Biometrias

Foram realizadas seis biometrias, sendo uma biometria inicial, uma biometria final e quatro biometrias parciais. 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 79 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).

Diariamente, os animais mortos foram removidos e contabilizados para correção da quantidade de ração fornecida. Para obtenção dos dados de sobrevivência, foram utilizados os dados de quantidade de peixe por unidade experimental em dois momentos, inicial e final.

3.8. Análise bromatológica

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.

3.9. Análises de qualidade do pélete

Para a análise da densidade da ração foi realizado teste utilizando pote de acrílico com as seguintes dimensões 4,86 cm x 4,86 cm x 4,35 cm (Largura x Comprimento x Profundidade) e volume de 0,103 L. O peso do pote foi desconsiderado uma vez que foi utilizado o mesmo pote para todos os tratamentos e repetições.

Para o procedimento de teste da densidade da ração era realizado o enchimento do pote com a ração avaliada até o máximo possível de volume. Para se eliminar as sobras, passava-se uma régua na superfície do pote (Figura 2). Depois o pote com a ração testada era pesado e o valor anotado. Para o procedimento teste foram realizadas dez repetições para cada tratamento, utilizando-se apenas as rações na granulometria de 0,8 cm.

Figura 2 — Preparo de amostra para análise de densidade.



Para o teste de fluabilidade foram testados todos os tratamentos e, em todas as granulometrias. Para o teste de fluabilidade as rações testadas foram jogadas na superfície da água (pote de vidro com 400 mL de volume útil e com água doce) e, após um minuto foi observado a quantidade de péletes que permaneceram na superfície da água. A partir do volume total de ração que foi jogado no pote com água doce, foi observado quanto dos péletes afundaram e quanto ficou em suspensão. Foram então criados grupos de classificação, dispostos da seguinte maneira: Ruim – de 0 a 25 % dos péletes em suspensão; Médio – de 26 a 50 % dos péletes com alta dissociação; Bom – de 51 a 100 % dos péletes em suspensão. É importante observar que não foram considerados os finos formados pela dissociação dos péletes.

Para a análise de dissociação, foram testados todos os tratamentos, mas apenas nas granulometrias 0,5 e 0,8 cm. As rações com granulometria do tipo pó, não foram testadas quanto à dissociação, uma vez que é muito difícil se observar a dissociação de um material que naturalmente já está dissociado. Para o teste de dissociação as rações testadas foram jogadas na superfície da água (pote de vidro

com 400 mL de volume útil e com água doce) e, após cinco minutos foi observado a dissociação dos péletes (Figura 3). Os péletes que se apresentaram mais dissipados (a área do pélete estava maior do que a original) foram considerados ruins e, os péletes que após cinco minutos de imersão mantiveram a área similar ao original foram considerados bons. No fim dos cinco minutos, contava-se os péletes e calculava-se qual porcentagem estava bom ou ruim. A partir dos dados foram criados grupos de classificação, dispostos da seguinte maneira: Bom – de 0 a 25 % do péletes com alta dissociação; Médio – de 26 a 50 % dos péletes com alta dissociação; Ruim – de 51 a 100 % dos péletes com alta dissociação.

Figura 3 —Péletes de ração sendo submetidos a teste de flutuabilidade e dissolução.



3.10. Dados de desempenho zootécnico

Os dados de desempenho zootécnico observados foram obtidos através da utilização de equações já estabelecidas (FRACALOSSI et al., 2013). Foram utilizadas as seguintes equações:

$$GP = Pf - Pi \quad (\text{Equação 1})$$

$$TCE = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{t} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$CA = \frac{\text{Consumo}}{GP} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Pf = peso final (g, peso úmido)

Pi = peso inicial (g, peso úmido)

t = tempo de cultivo (dias)

Consumo = quantidade de ração ofertada durante o período experimental (g)

GP = ganho de peso (g)

TCE = taxa de crescimento específico (%)

CA = Conversão alimentar (%)

A biomassa foi calculada a partir da soma do peso individual de todos os peixes de uma unidade experimental.

3.11. Análise estatística

Para as variáveis peso inicial, peso final, comprimento total, comprimento padrão, altura, biomassa, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, 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 final, comprimento total, comprimento padrão, biomassa 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 StatisticalAnalysis 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. E em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey (0,05).

4. RESULTADOS

4.1. Qualidade de água

Os resultados obtidos referente aos parâmetros ambientais foram: temperatura da água $27,8^{\circ}\text{C} \pm 0,4$; oxigênio dissolvido $6,2 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,4$ (média \pm desvio padrão); potencial hidrogeniônico $6,8 \pm 0,9$ (média \pm desvio padrão); amônia $\text{NH}_3\text{-N}$ $0,155 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,148$ (média \pm desvio padrão).

4.2. Análise da alga *Kappaphycusalvarezii*

Foi observado diferença significativa (%), para a variável cinzas ($P < 0,05$), entre os diferentes tratamentos de preparo da alga (com e sem lavagem em água doce), realizados anteriormente a análise bromatológica. Para o tratamento de lavar a alga *Kappaphycusalvarezii* com água doce antes de realizar a análise, observou-se o teor de cinzas de $62,648 \text{ g.kg}^{-1} \pm 3,239$ (média \pm desvio padrão), enquanto para a utilização da alga sem realização da lavagem com água doce, observou-se o valor de cinzas de $18,238 \text{ g.kg}^{-1} \pm 0,482$ (média \pm desvio padrão).

Tabela 3— composição de *Kappaphycusalvarezii*: teor de cinzas (%) e umidade (%) em amostras submetidas a duas metodologias de tratamento antes da realização de análise bromatológica.

Condição	Cinzas (g.kg^{-1})	Umidade (g.kg^{-1})
<i>In natura</i>	$56,61 \pm 1,23$ A	$86,04 \pm 1,78$ **
Sem lavagem	$62,65 \pm 3,24$ A	$28,01 \pm 1,71$ A
Com lavagem	$18,24 \pm 0,48$ B	$15,87 \pm 0,45$ B

* Letras diferentes, na mesma coluna, representam diferença significativa entre os tratamentos.

** Não foi realizada análise estatística com essa variável pois a metodologia de secagem foi diferente das demais.

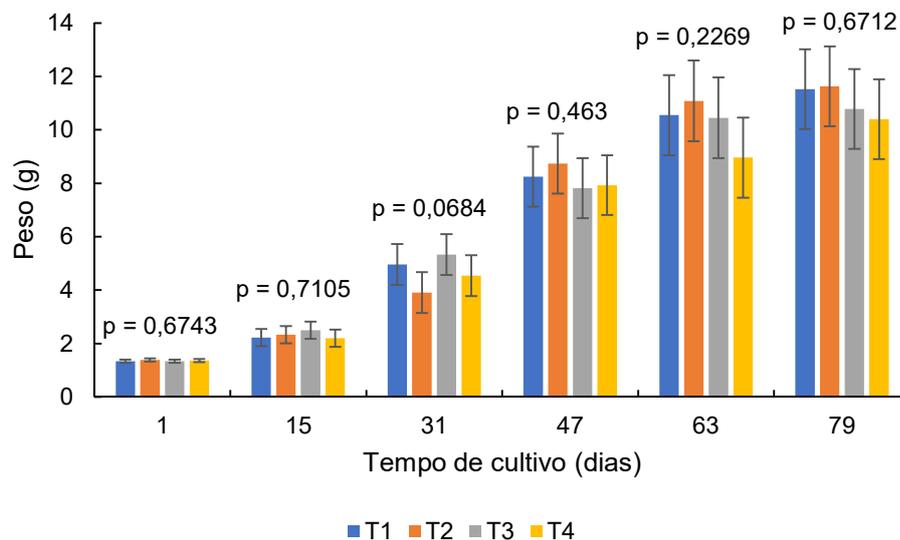
Os dados de cinzas e umidades referentes à análise da farinha de *K.alvarezii* foram (média \pm desvio padrão): umidade $17,20 \text{ g.kg}^{-1} \pm 0,11$; proteína $8,75 \text{ g.kg}^{-1} \pm 1,24$; extrato etéreo $12,15 \text{ g.kg}^{-1} \pm 0,10$; cinzas: $17,15 \text{ g.kg}^{-1} \pm 0,11$. Esses valores

sãosimilares aos observados para análise da alga submetida ao processo de lavagem com água doce (Tabela3).

4.3. Desempenho zootécnico dos juvenis de *O. niloticus*

Os dados referentes à variável Peso, podem ser observados na Figura 4. Não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) para os dados de Peso (g).

Figura 4 —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).



Não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, inclusão de *Kappaphycus alvarezii* na ração de juvenis de tilápia-do-Nilo, para a variável conversão alimentar. O mesmo resultado foi observado para taxa de crescimento específico (%) ($P > 0,05$). Os valores de ganho de peso (g) seguiram o mesmo padrão e, assim, também não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela4).

Para a variável Biomassa Inicial (g) não foi observado diferença significativa entre os tratamentos testados ($P > 0,05$). Já para a variável Biomassa Final, foi observado diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$). A biomassa final das unidades experimentais que foram submetidas ao tratamento com 6% de

inclusão da *K.alvarezii* na ração foi inferior a biomassa final das unidades experimentais submetidas ao tratamento com 0% de inclusão de *K.alvarezii* na ração. (Tabela 4).

Tabela 4 —Dados de desempenho zootécnico de juvenis de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão da alga *K. alvarezii*. (TRAT – tratamento: T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão). (CA – conversão alimentar; TCE – taxa de crescimento específico (%); GP – ganho de peso (g). (média \pm desvio padrão).

TRAT	CA	TCE	GP	Biomassa (g)	
				Inicial	Final
T1 (0%)	3,98 \pm 0,57	2,77 \pm 0,15	10,62 \pm 1,48	20,08 \pm 1,05	143,68 \pm 11,11 A
T2 (3%)	4,43 \pm 0,77	2,61 \pm 0,16	9,90 \pm 1,17	20,79 \pm 0,68	140,13 \pm 9,49 AB
T3 (6%)	4,14 \pm 0,41	2,72 \pm 0,17	10,19 \pm 1,05	20,15 \pm 1,63	118,76 \pm 9,05 B
T4 (9%)	4,36 \pm 0,30	2,55 \pm 0,11	8,72 \pm 0,51	20,38 \pm 1,29	123,74 \pm 18,03 AB

* Letras diferentes, na mesma coluna, representam diferença significativa entre os tratamentos.

A partir da análise de regressão foi possível observar um efeito linear para a variável peso (g) (Figura5). A equação de primeiro grau e o coeficiente de determinação, que expressa o efeito da inclusão de *K. alvarezii* nas rações de juvenis de tilápia-do-Nilo, podem ser observados na Figura 5.

Para a variável Comprimento Total (cm) não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) nos diferentes tratamentos no decorrer do tempo de cultivo. Esses dados podem ser observados na Figura6.

Figura 5 —Efeito da inclusão de *Kappaphycusalvarezii* na ração (%) sobre o peso (g) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*).

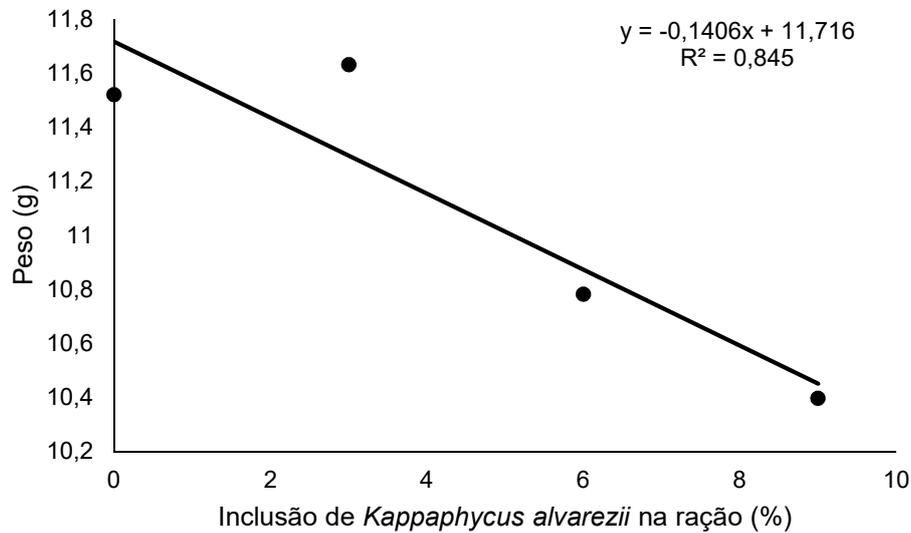
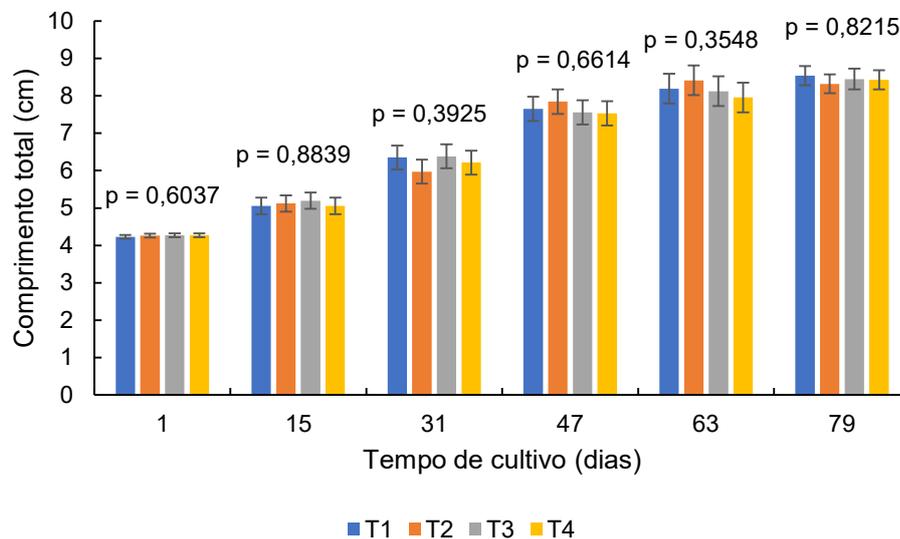
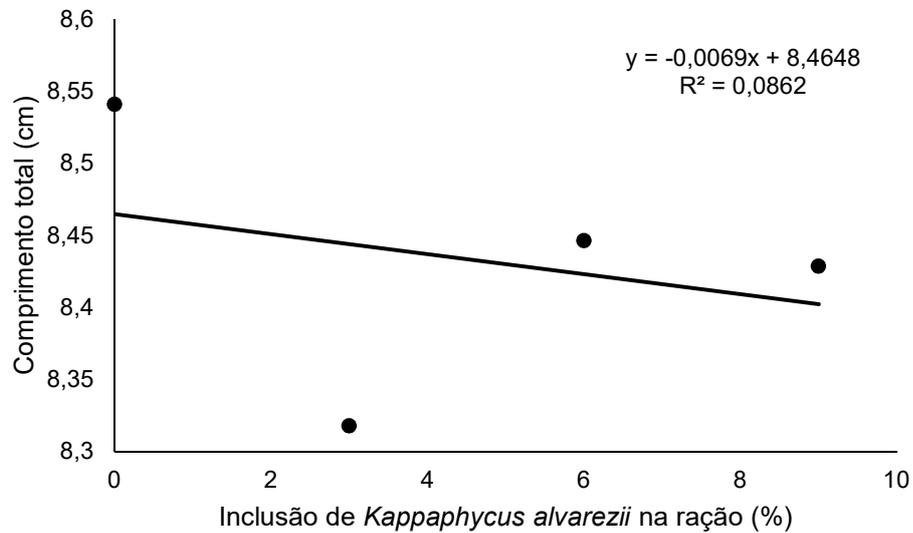


Figura 6 — Comprimento Total (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*) submetidos a níveis de inclusão da alga *Kappaphycusalvarezii* na ração, em diferentes tempos de cultivo. (T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão).



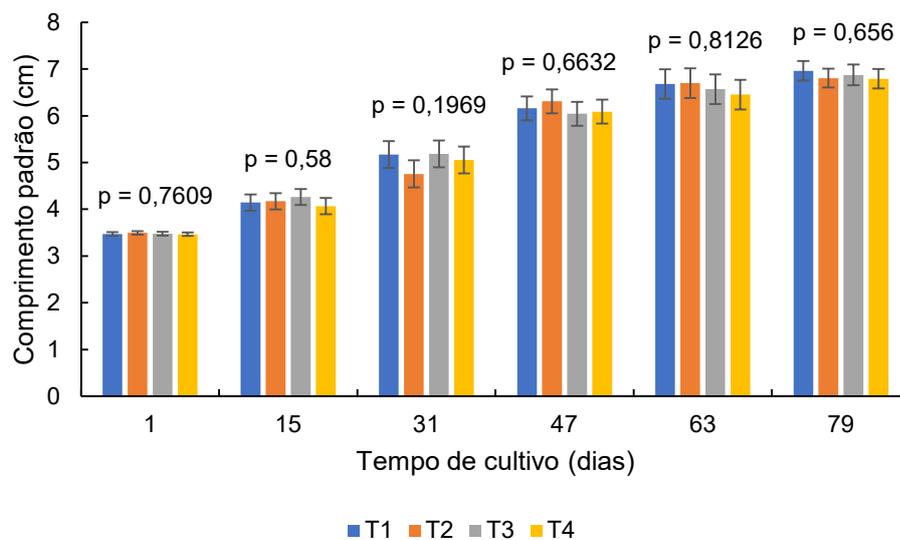
O resultado da análise de regressão da variável comprimento total (cm) pode ser observado na Figura 7. É possível observar, na mesma figura, a equação de primeiro grau e o coeficiente de determinação que expressam o efeito da inclusão de *K. alvarezii* nas rações de juvenis de tilápia-do-Nilo sobre a variável comprimento total (cm).

Figura 7 — Efeito da inclusão de *Kappaphycusalvarezii* na ração (%) sobre o comprimento total (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*).



Os resultados obtidos para a variável Comprimento Padrão (cm), demonstram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para esta variável. Os dados referentes a esta variável podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 — Comprimento Padrão (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*) submetidos a níveis de inclusão da alga *Kappaphycusalvarezii* na ração, em diferentes tempos de cultivo. (T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão).



O resultado da análise de regressão da variável comprimento padrão (cm) pode ser observado na Figura 9. É possível observar, na mesma figura, a equação de primeiro grau e o coeficiente de determinação que expressam o efeito da inclusão de *K. alvarezii* nas rações de juvenis de tilápia-do-Nilo sobre a variável comprimento padrão (cm).

Figura 9 —Efeito da inclusão de *Kappaphycusalvarezii* na ração (%) sobre o comprimento total (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*).

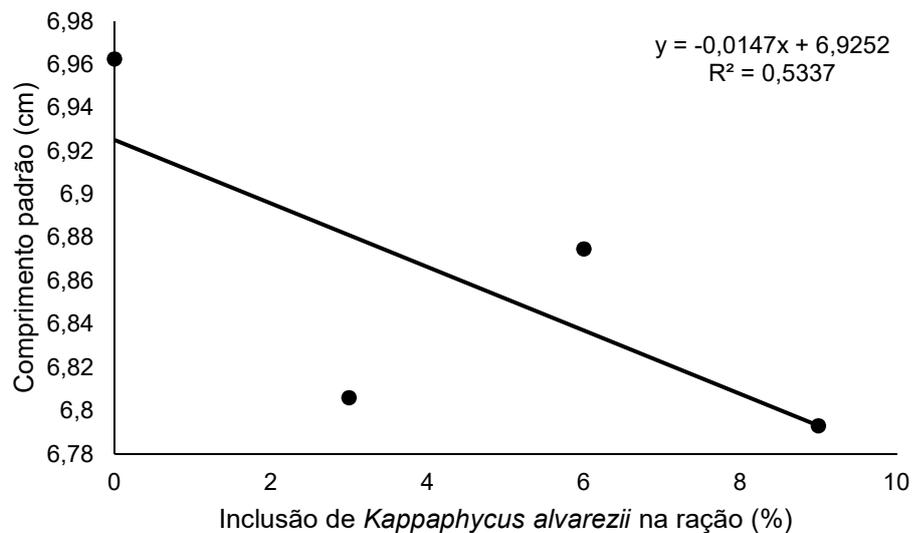
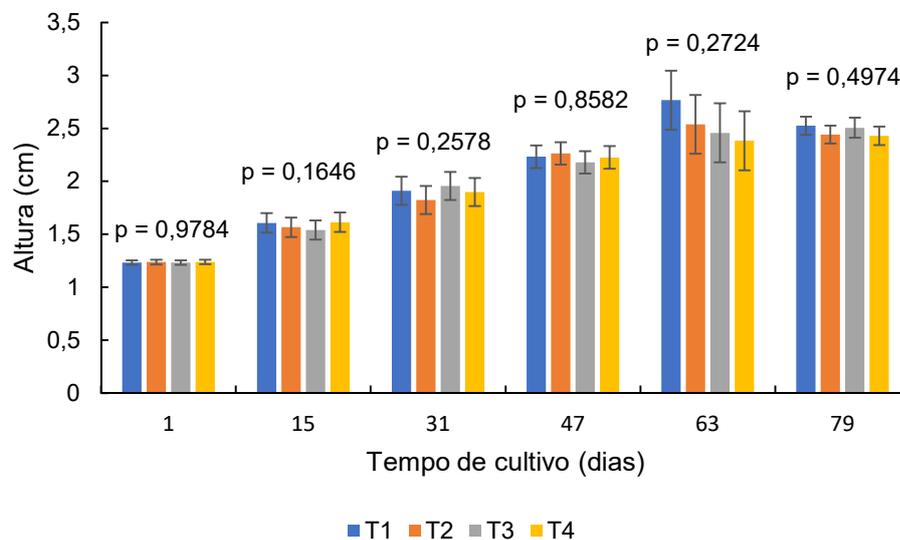


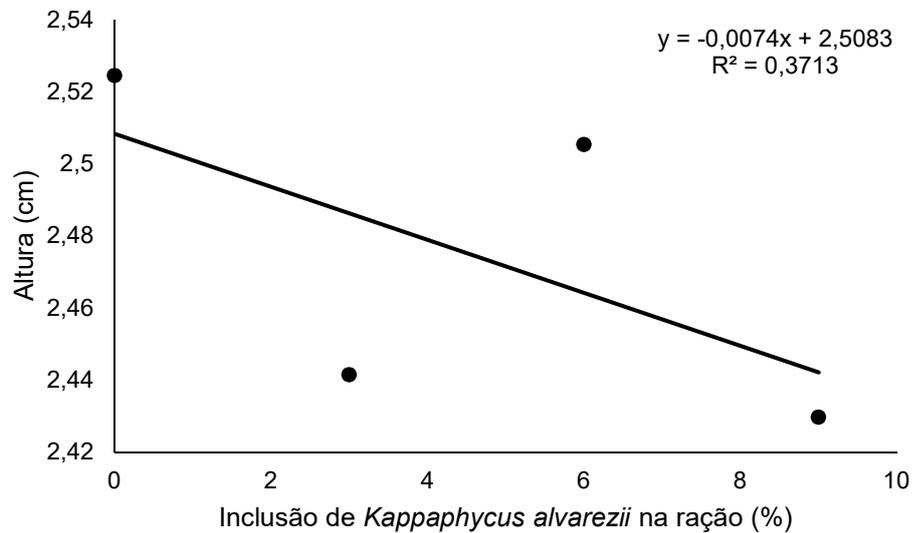
Figura 10 —Altura (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromisniloticus*) submetidos a níveis de inclusão da alga *Kappaphycusalvarezii* na ração, em diferentes tempos de cultivo. (T1 – 0% de inclusão; T2 – 3% de inclusão; T3 – 6% de inclusão; T4 – 9% de inclusão).



Não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) para a variável altura (cm) entre os tratamentos testados durante o tempo de cultivo no presente experimento (Figura 10).

O resultado da análise de regressão da variável altura (cm) pode ser observado na Figura 11. É possível observar, na mesma figura, a equação de primeiro grau e o coeficiente de determinação que expressam o efeito da inclusão de *K. alvarezii* na ração de juvenis de tilápia-do-Nilo sobre a variável altura (cm).

Figura 11 — efeito da inclusão de *Kappaphycus alvarezii* na ração (%) sobre a altura (cm) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).



Não foi observado diferença significativa para a variável sobrevivência ($P > 0,05$). As médias e os respectivos intervalos de confiança podem ser observados na Figura 12 e na Tabela 5.

Figura 12 —Sobrevivência (%) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a níveis de inclusão da alga *Kappaphycus alvarezii* na ração, em diferentes tempos de cultivo.

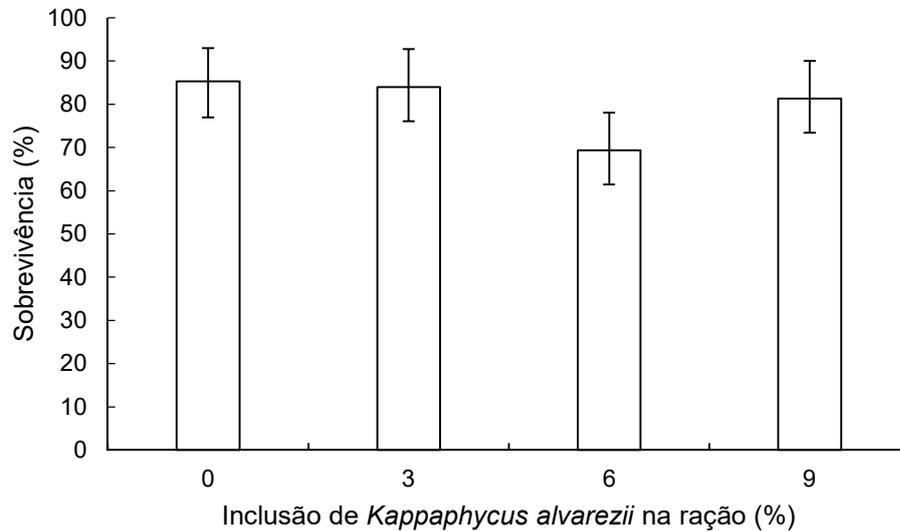


Tabela 5 —Média (%), erro padrão e intervalo de confiança da sobrevivência de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de *Kappaphycus alvarezii*.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Erro padrão	Intervalo de confiança	
			Inferior (%)	Superior (%)
T1 (0%)	85,33	0,04	77,69	93,73
T2 (3%)	84,00	0,04	76,10	92,72
T3 (6%)	69,33	0,05	59,65	80,60
T4 (9%)	81,30	0,04	73,00	90,60

4.4. Dissociação do pélete

No presente experimento, não foi observado efeito da inclusão de *K. alvarezii* na ração, sobre a dissociação dos péletes (Tabela 6). Observou-se que após 5 minutos de imersão em água, os péletes perderam sua conformação original e se transformaram em amontoados no fundo do recipiente.

Tabela 6 — Dissociação dos péletes de duas rações com diferentes níveis de inclusão de *K. alvarezii*.

Granulometria	T1	T2	T3	T4
0,5	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
0,8	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim

4.5. Flutuabilidade do pélete

Os dados observados não demonstraram um resultado que confirme influência da inclusão de *K. alvarezii* nas rações sobre a flutuabilidade do pélete (Tabela 7). Durante o teste foi observado que os péletes de 0,5 e 0,8 cm afundaram rapidamente. Mas algumas partículas desses péletes se desprenderam e ficaram na superfície da água (produção de finos).

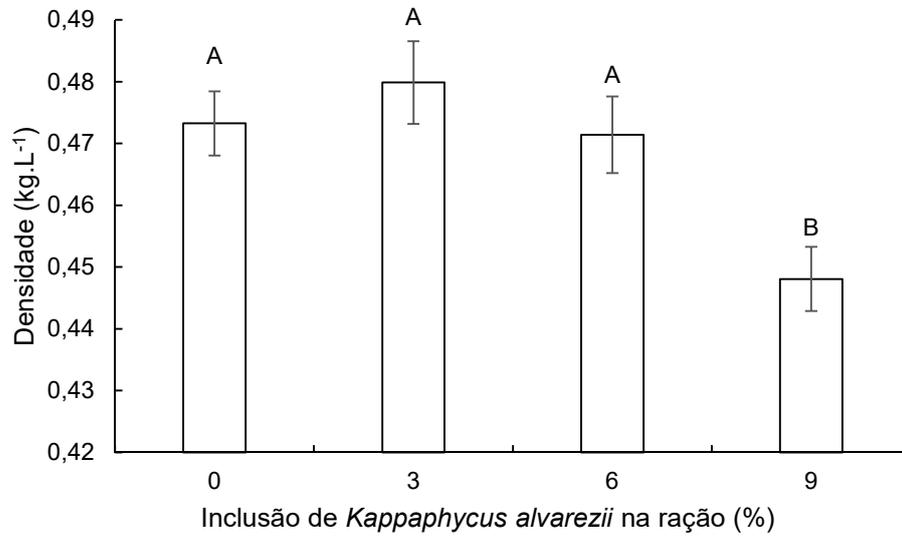
Tabela 7 — Classificação da flutuabilidade de rações com diferentes granulometrias e em diferentes níveis de inclusão de *K. alvarezii*.

Granulometria	T1	T2	T3	T4
Pó	Médio	Bom	Bom	Médio
0,5	Ruim	Ruim	Bom	Médio
0,8	Ruim	Ruim	Médio	Médio

4.6. Densidade da ração

Foi observado efeito significativo da inclusão de *K. alvarezii* na densidade da ração ($P < 0,05$) (Figura 13). A ração que recebeu o tratamento com maior nível de inclusão de farinha de *K. alvarezii* (T4 – 9%) apresentou menor densidade.

Figura 13 — Densidade das rações com inclusão de *K. alvarezii*. Letras diferentes representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos.



*Resultados referem-se às rações de 0,8 cm de granulometria.

5. DISCUSSÃO

Os valores obtidos para qualidade de água do sistema de recirculação de água utilizado durante o período experimental, estão dentro do aceitável para o cultivo de tilápia-do-Nilo (ASHOUR et al., 2020; TRANG et al., 2017; LEONARDO et al., 2009). Assim, provavelmente, não houve interferência dos parâmetros de qualidade de água no efeito dos tratamentos sobre os peixes cultivados.

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 (MARTINY et al., 2017; FELIX; ALAN BRINDO 2014; WEBBER et al., 2012).

Assim como no presente experimento, Felix e Alan Brindo (2014) e Webber et al. (2012), observaram altos níveis de cinzas na composição de *K. alvarezii*. Segundo Adhariniet al. (2020) e Webber et al. (2012), as altas quantidades de cinzas são consequência da presença de cálcio, ferro, fósforo e sódio na composição de *K. alvarezii*.

Para inclusão de *K. alvarezii* em rações, o procedimento de lavagem em água doce é fundamental, pois o aumento da quantidade de sal na ração é um fator de limitação de consumo em peixes (MZENGEREZA; KANG'OMBE, 2015). No presente experimento, os sais aderidos a *K. alvarezii* não representaram um problema, uma vez que a alga foi lavada em água doce antes de ser seca e processada.

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 Adhariniet *al.* (2020) e Zuldinet *al.* (2016) 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 (ADHARINI et al., 2020; ZULDIN et al., 2016; ABIRAMI; KOWSALYA, 2011). Segundo Adhariniet *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 (peso final; ganho de peso; comprimento total; comprimento padrão; taxa de crescimento específico) dos juvenis de tilápia-do-Nilo. Provavelmente, esse resultado está relacionado com a baixa toxicidade da carragenana quando administrada de forma oral (NECAS; BARTOSIKOVA, 2013), não sendo ela um ingrediente tóxico; a capacidade de *Oreochromis niloticus* em aproveitar os nutrientes provenientes das algas (PONTES et al., 2020; COSTA et al., 2013); e aos níveis de inclusão testados no presente experimento.

O uso de algas como ingredientes em rações de organismos aquáticos também é sugerido por HashimeMatSaat (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., *Gracilariavermiculophylla* e *Sargassum muticum*, podem ser utilizadas como ingredientes na alimentação de tilápias-do-Nilo e trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

Segundo KumareKaladharan (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 Alan 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*.

Apesar de não ter sido observado influência da *K. alvarezii* no desempenho dos juvenis de tilápia-do-Nilo, o desempenho zootécnico, para todos os tratamentos, ficou abaixo do esperado para a espécie. Para a variável peso final não foi observado diferença significativa entre os tratamentos testados, mas os dados da análise de regressão sobre essa variável, apresentam uma tendência de que a inclusão da alga *K. alvarezii* influencia negativamente no peso dos juvenis de tilápia-do-Nilo. É importante salientar a leitura das duas análises estatísticas propostas no presente experimento. O teste de médias mostra que não houve diferença entre os níveis de inclusão de *K. alvarezii* testados dentro das condições propostas, mas a análise de regressão sinaliza uma tendência de que o peso dos animais pode ser afetado em consequência de aumentos na inclusão da *K. alvarezii* na ração de peixes.

Seguindo a mesma linha, as análises de regressão das variáveis comprimento total (cm), comprimento padrão (cm) e altura, também indicam que o aumento da inclusão de *K. alvarezii* na ração, afeta o desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo de maneira linear. Quanto à essas análises, é importante salientar que os valores obtidos de coeficiente de determinação foram baixos, o que demonstra que o modelo proposto para essas variáveis não é muito explicativo.

A tilápia-do-Nilo é uma espécie que apresenta ótimos índices de desempenho zootécnico em cultivos. Segundo Costa *et al.* (2017) alevinos de tilápia-do-Nilo com 0,5 g mantidos em viveiros escavados, têm potencial para chegar a 30 g, em um período de 45 a 60 dias. No presente experimento, os alevinos de tilápia-do-Nilo que atingiram o maior valor médio de peso final (Tratamento 1), atingiram $11,52 \text{ g} \pm 3,99$ (média \pm desvio padrão) em 79 dias (peso inicial – $2,22 \text{ g} \pm 0,14$).

A baixa conversão alimentar sugere diferentes possibilidades de problemas no cultivo, entre elas, as mais prováveis, dentro das condições experimentais assumidas, são: (a) ração de baixa qualidade; (b) manejo alimentar inadequado; (c) problemas ambientais; (d) problemas de sanidade. O presente experimento foi conduzido em ambiente controlado e, assim, não foram observados problemas

ambientais; a sobrevivência não foi um problema grave a ponto de ter sido percebido mortalidade significativa em algum tratamento; o manejo alimentar adotado foi calculado baseado na biomassa, que é o manejo proposto para cultivos comerciais de peixes, inclusive para sistemas de recirculação de água; assim, analisando as possibilidades e a literatura, provavelmente, a baixa conversão alimentar está diretamente relacionada com a qualidade da ração.

A análise sobre a variável conversão alimentar propõe indicativo interessante a respeito do baixo desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia-do-Nilo. Os valores observados para tal variável, no presente experimento, estão muito acima do adequado. Graeffe Amaral Júnior (2005) mencionam conversão alimentar variando de 1,38 a 2,07 para cultivo de tilápia-do-Nilo em viveiros escavados. Já Marengoni *et al.* (2008), testando diferentes níveis de densidade de estocagem, observaram conversão alimentar variando de 0,98 (para a densidade de estocagem mais baixa) para 1,84 (para a densidade de estocagem mais alta).

Testando o efeito da inclusão de extrato líquido de *Aeromonashydrophila* em dietas de tilápia-do-Nilo, Ashouret *et al.* (2020) obtiveram índices de conversão alimentar de 1,31. Por sua vez, Nur *et al.* (2020) utilizando diferentes níveis de inclusão de farinha de *Hypneamusiformis*, uma Rhodophyta assim como *K. alvarezii*, em dietas de tilápia-do-Nilo, observaram conversão alimentar variando de 1,15 a 1,02.

A inclusão de *K. alvarezii*, nos níveis testados no presente experimento, parece não ter sido o fator que afetou o desempenho zootécnico dos juvenis de tilápia-do-Nilo, uma vez que não foi observado diferença significativa entre os tratamentos. Provavelmente, o desempenho abaixo do esperado para a espécie foi consequência da metodologia de confecção da ração (processamento da ração).

A metodologia de processamento da ração influencia na disponibilidade e na lixiviação dos nutrientes, fatores que afetam o desempenho zootécnico dos organismos aquáticos (MEURER *et al.*, 2003). Entre os tipos de processamentos, a peletização e a extrusão são os mais utilizados na alimentação de organismos aquáticos (JOBLING *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 (JOBLING *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 e, isso deve ter causado os baixos números obtidos para desempenho zootécnico.

Na peletização, apenas parte do amido é gelatinizado, e por isso a aglutinação dos péletes fica comprometida (JOBILING *et al.*, 2001). O uso de *K. alvarezii* e outras algas é sugerido por Kumar e Kaladharan (2007) como agente aglutinante em rações. Tais autores, basearam essa hipótese na presença de hidrocoloides (e.g. carragenana) na composição de algumas algas. Seguindo a mesma hipótese, Hashime Mat Saat (1992), recomendam o uso de algas na ração de organismos aquáticos, visando além do bom desempenho zootécnico, a ação aglutinante criada por esses ingredientes.

No presente experimento, objetivou-se com a inclusão de *K. alvarezii*, promover a melhor aglutinação da mistura. Nesse aspecto, foi observado efeito significativo da inclusão de *K. alvarezii* sobre a densidade da ração. Isso pode ser um indicativo de maior aglutinação na mistura. Mas, os dados de dissolução e flutuabilidade não foram satisfatórios quanto à qualidade do pélete. Provavelmente, apesar da presença da carragenana na alga *K. alvarezii* (NOGUEIRA; HENRIQUES, 2020), a quantidade de carragenana incluída na ração, através da inclusão de farinha de *K. alvarezii*, não foi suficiente para promover ação aglutinante suficiente a ponto de promover uma melhor estabilidade do pélete.

Segundo Webber *et al.* (2012), o rendimento de carragenana em *K. alvarezii*, através do processo de extração proposto pelos autores, é de 31,17% para o modelo matemático e de 35,8% \pm 4,68 para a determinação experimental. Zuldinet *et al.* (2016) observaram valores próximos a 50% de carragenana na composição de *K. alvarezii*. Os níveis e a variação do rendimento de carragenana na alga pode explicar

a ineficiência da inclusão da *K. alvarezii* como agente aglutinante na ração no presente experimento. A extração de carragenana requer procedimentos específicos que variam desde o uso de soluções alcalinas a tratamentos a frio e a quente (WEBBER et al., 2012). A correta e adequada sequência de procedimentos utilizados para remoção da carragenana são fundamentais para obtenção de um produto de qualidade. Utilizar a carragenana através da farinha de alga, como foi estabelecido no presente experimento, pode não ter a mesma eficiência do que usar a carragenana industrializada. Corroborando com essa hipótese, HashimeMatSaat (1992) observaram melhores dados de estabilidade para péletes de ração contendo carragenana industrializada na sua formulação, do que as rações que foram formuladas com farinhas de diferentes algas.

É interessante mencionar que no presente experimento foi observado que os péletes de 0,5 e 0,8 cm apresentaram grande produção de finos, mesmo com a inclusão de *K. alvarezii*. Existe na literatura referência que confirma que as rações peletizadas apresentam maior produção de finos (MORO; RODRIGUES, 2015; JOBLING et al., 2001), sendo esse um dos problemas para utilização desse tipo de processamento nas rações para organismos aquáticos. A inclusão de *K. alvarezii* poderia ser uma solução para esse problema, mas no presente experimento, não foi observado efeito significativo de melhora para essa variável.

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 (TANJUNG et al., 2019; COSTA et al., 2017; COSTA et al., 2013). Provavelmente, a baixa sobrevivência observada no presente experimento é consequência de uma ração de baixa qualidade.

Para a variável biomassa final, observou-se a influência negativa do efeito da inclusão de 6% de *K. alvarezii* na ração. Como não foi observado diferença

significativa para as variáveis peso final e ganho de peso, provavelmente, o resultado da biomassa final para o T3 (6% de inclusão) foi influenciado pela sobrevivência nesse tratamento específico. Como a biomassa é o somatório da massa individual de cada peixe da unidade experimental, a maior mortalidade em uma unidade experimental pode afetar a biomassa (MEURER et al., 2003).

6. CONCLUSÃO

O processo de lavagem com água doce é uma alternativa para diminuir a quantidade de material mineral em algas que são utilizadas na alimentação animal.

O desempenho zootécnico das tilápias-do-Nilo não foi afetado pela inclusão de *K. alvarezii* na ração.

A inclusão de 9% de farinha de *K. alvarezii* diminuiu a densidade da ração peletizada, mas não conferiu maior estabilidade aos péletes. Mesmo com a inclusão de *K. alvarezii*, foi observado dissociação dos péletes e produção de finos, fatores indesejados em cultivos de organismos aquáticos.

Novos testes devem ser realizados para avaliar a qualidade dos péletes de rações com inclusão de farinha de *K. alvarezii*. E a inclusão deve ser testada em outros tipos de processamentos de ração, como a extrusão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAHO, I., et al. Effect of stocking density on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) under cage culture in Lake Albert, Uganda. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, 12(2), 26-35. 2020. DOI: 10.5897/IJFA2018.0671

ABIRAMI, R.G.; KOWASALYA, S. Nutrient and Nutraceutical Potentials of Seaweed Biomass *Ulva lactuca* and *Kappaphycus alvarezii*, **Journal of Agricultura Science and Technology**, 5(1), 109-115. 2011.

ADHARINI, R.I., 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>

ANDRADE, C.L., et al. Nutrição e alimentação de Tilápias do Nilo. **Nutri-Time**, 12(6). 2015.

Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2019. Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura. Disponível em: www.peixebr.com.br

Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2020. Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura. Disponível em: www.peixebr.com.br

ASHOUR, M., et al. Effect of dietary seaweed extract supplementation on growth, feed utilization, hematological indices, and non-specific immunity of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* challenged with *Aeromonas hydrophila*. **Journal of Applied Phycology**. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02178-1>

Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). **Official methods of analysis**. 14ed. Washington D.C., 1984. 1141p.

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

CEAGESP, 2021. **Centro de Inteligência e Mercado em Aquicultura**. Dados CIAqui, disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/cotacao-pescado-ceagesp/tilapia>

COLONNA, P., et al. Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. Physical and macro molecular modifications. **Cereal Chem**, 61, 538-543. 1984

COSTA, J.I., et al. Productive performance and economic evaluation of tilapia stocked in different times of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46(7), 553-559. 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902017000700001>

COSTA, M.M., 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.

CYRINO, J.E.P.,etal. Mini-curso: criação de peixes em tanques-rede. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA**. 12. São Paulo: ABRAq. 60p. 2002.

DIAS, M.T. A introdução da tilápia em ambientes diversos de sua origem e as consequências negativas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amapá). **Nota técnica 003**, Macapá/AP, Março, 2019.

DOTY, M.S. *Prodromus ad systematicam Eucheumatoideorum: a tribe of commercial seaweeds related to Eucheuma (Solieriaceae, Gigartinales)*. In: Abbot A. I. (ed.). **Taxonomy of Economic Seaweeds with References to some Pacific and Caribbean Species**. La Jola, California Sea Grant College Program. USA. 12: 159-207. 1988.

Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (EMBRAPA), 2021. **Embrapa Pesca e Aquicultura, dados obtidos do Projeto Campo Futuro CNA (2019)**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/custos-de-producao>.

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.

FRACALOSSI, D.M., et al. Técnicas Experimentais em Nutrição de Peixes. In: FRACALOSSI, D.M. e CYRINO, J.E.P. (Eds.). **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 100p. 2010.

FURUYA, W.M., et al. Nutrição de tilápias no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, 11(1), 19-34. 2012.

GRAEFF, A.; AMARAL JUNIOR, H. Engorda final de tilápias (*Oreochromis niloticus*) no meio-oeste catarinense no período de verão com alevinos nascidos no outono-inverno oriundos do litoral de Santa Catarina (BRASIL). **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, 13(3), 87-91. 2005.

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.

HAYASHI, L., et al. Nutrients removed by *Kappaphycusalvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. **Aquaculture**, 277, 185-191. 2008. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.02.024

IBGE (2019a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal** (PPM), Rio de Janeiro, 47, 1-8. 2019.

IBGE (2019b). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal** (PPM). Dados do SIDRA, 2019. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>.

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. cap.2, p.25-48.

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

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Jundiaí: F. Kubitza, 123p. 1999.

KUBITZA, F. O status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, 21(124), 10-19. 2011.

KUMAR, V., et al. Growth and Hemato-Immunological Response to Dietary Carrageenan in Labeorohita (Hamilton, 1822) Juveniles. **The Israeli Journal of Aquaculture**, 10p. 2014. DOI: 10.46989/001c.20742

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.

LEONARDO, A.F., et al. Custo de produção da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, 48(1), 21-33. 2018.

LEONARDO, A.F.G., et al. Qualidade de água e desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo em viveiros, utilizando-se três sistemas de alimentação. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, 7(4), 383-393. 2009.

MARENGONI, N.G., et al. Desempenho produtivo e viabilidade econômica de juvenis de tilápia-do-Nilo cultivados na região oeste do Paraná sob diferentes densidades de estocagem. **Rev. Bras. Saúde Pro. An.**, 9(2), 341-349. 2008.

MARTINY, T.R., et al. Extração e caracterização de carragenana obtida da alga vermelha *Gigartina skottsbergii*. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – CONGREGA**, 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa, Rio Grande do Sul, 2017.

MEURER, F. Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevida da Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual. **R. Bras. Zootec.**, 32(2), 262-267. 2003.

- MORAES, A.M., et al. Desempenho zootécnico de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em tanques-rede, com diferentes rações comerciais. **Rev. Ciênc. Agron.**, 40(3), 388-395. 2009.
- 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.
- MZENGEREZA, K.; KANG'OMBE, J. Effect of Dietary Salt (Sodium Chloride) Supplementation on Growth, Survival and Feed Utilization of *Oreochromis shiranus* (Trewavas, 1941). **Journal of Aquaculture**, 7(1). 2015. DOI: 10.4172/2155-9546.1000388
- NECAS, J.; BARTOSIKOVA, L. Carrageenan: a review. **Veterinani Medicina**, 58(4), 187-205. 2013.
- NEW, M.B.; WIJKSTRÖM, U.N. Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds. Further thoughts on the fishmeal trap. **FAO Fisheries Circular No. 975**. FIPP/C975. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 2002.
- NOGUEIRA, M.C.F.; HENRIQUES, M.B. Large-scale versus family-sized system production: economic feasibility of cultivating *Kappaphycus salvarezi* along the southeastern coast of Brazil. **Journal of Applied Phycology**. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02107-2>
- NOVAES, A.F., et al. Indicadores zootécnicos e econômicos da tilapicultura em tanques-rede de diferentes dimensões. **Bol. Inst. Pesca**, 38(4), 379-387. 2012.
- NUR, A., et al. Effect of selected seaweed powder as a fish feed on growth and immune system of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, 8(4), 24-30. 2020.
- OGELLO, E.O., et al. Complete Replacement of Fish Meal in the Diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Grow-out with Alternative Protein Sources. A review. **International Journal of Advanced Research**, 2(8), 962-978. 2014.
- PASTORE, S.C.G., et al. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: FRACALOSSI, D.M. e CYRINO, J.E.P. (Eds.). **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª ed. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012.
- PEREIRA, R. et al. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Algal Research**, 1, 77-82. 2012. doi:10.1016/j.algal.2012.04.002
- PONTES, M.D., et al. Digestibility and gastrointestinal transit of *Ulva fasciata* seaweed meal in tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles: basis for the inclusion of a sustainable ingredient in aquafeeds. **Research, Society and Development**, 9(10), e3889108497. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8497>
- RIAZ, M.N. Using extrusion to make floating and sinking fish feed. Controlling the water stability of feed. **Feed Managt**, 48(1), 21-24. 1997

ROKEY, G., et al. Feedextrusionprocessdescription. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 510-518. 2010.

RUNSEY, G.L. Stability of microingredients in fish feed. In: PILLAY, T.V.R. (Ed.). **Fishfeedtechnology**. Rome: FAO/ADCP, 1980.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). **Piscicultura: fundamentos da produção de peixes**. Coleção SENAR, 195, 64p. Brasília: SENAR. 2017.

SIJAN, L.; PING, Z. The comercial cultivationofEuclidean in China. **Hydrobiologia**, 116/117, 243-245. 1984.

SILVA, F.V., et al. Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nylo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(8), 1407-1412. 2009.

SONODA, D.Y., et al. Demand for fisheries products in Brazil.**ScientiaAgricola**, 65(5), 313-319. 2012.

SOUSA JÚNIOR, E.A., et al. Efeito dos aglutinantes dextrina e lignosulfonato na produção de ração extrusada para peixes onívoros. **XVI Jornada de Iniciação Científica PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA**. Manaus/AM. 2007.

STANLEY, N. Production, properties and uses of carrageenan. In: McHugh (ed). **Production and utilization of products from comercial seaweeds**. FAO Fisheries Technical Paper, 288,116-146. 1987.

STOREBAKKEN, T. Binders in fish feeds I. Effects of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of Rainbow trout. **Aquaculture**, 47, 11-26. 1985.

TANJUNG, R.R.M. et al. Effect of difference filter media on Recirculating Aquaculture System (RAS) on tilapia (*Oreochromisniloticus*). **World Scientific News**, 118, 194-208. 2019.

The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA, 2018). Topics Fact Sheets. Text by Jean-Francois Pulvenis. In: **FAO Fisheries Division** [online]. Rome. Updated 1 July 2020. [Cited 16 March 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/>

The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA, 2020). Topics Fact Sheets. Text by Jean- Francois Pulvenis. In: **FAO Fisheries Division** [online]. Rome. Updated 1 July 2020. [Cited 16 March 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/>

TIAMIYU, L.O; SOLOMON, S.G. Effects of diferente grain starches as feed binders for on-farm aqua-feeds. **Global Journal of pure and Applied Sciences**, 18(1&2), 19-23. 2012.

TRANG, N.T.D., et al. Effects of recirculation rates on water quality and *Oreochromisniloticus* growth in aquaponic systems. **Aquaculture engineering**, 78 (Part B), 95-104. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.05.002>

TRONO, G.C. The seaweed resources of the Philippines. In: Ohno M. & Critchley A.T.(eds). **Seaweed Cultivation and Marine Ranching**. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, Japan. 47-60. 1998.

WALDIGE, V.; CASEIRO, A. A indústria de rações: situação atual e perspectivas. **Panorama da Aquicultura**. 2003. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/Paginas/panorama.asp>

WEBBER, V., 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000111>

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER J.E., HARDY R.W. (Eds.), **Fish Nutrition**. New York: Academic Press, p.143–179. 2002.

ZULDIN, W.H., et al. Growth and biochemical composition of *Kappaphycus* (Rhodophyta) in customized tank culture system. **J. Appl. Phycol.** 2016. DOI 10.1007/s10811-016-0792-9