



10th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Desenvolvimento de um Complemento para Ração Animal a Partir da Biomassa da Microalga *Chlorella* SP

CANTU, L.C.^a, PRADO, M.R.^{a*}, BALLAO, M.C.R.^a, RAMALHO, A.M.^b

a. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

b. Universidade Federal do Paraná (UFPR)

*Corresponding author, mrealprado@utfpr.edu.br

Resumo

Este trabalho teve por objetivo, cultivar a microalga *Chlorella* sp e utilizar a sua biomassa liofilizada para a produção de um complemento para ração animal, comparando as características da biomassa microalgal com uma ração para peixes comercializada no mercado. Após o processo de cultivo, separação e liofilização para preservação das amostras foram realizados ensaios de caracterização, tais como: proteínas, lipídeos, cinzas, umidade, carboidratos e ensaios biológicos. Os testes físico-químicos foram feitos na microalga *Chlorella* sp, na ração para peixes (*Bottom Fish*) pura, e em misturas de ração pisciana com a microalga *Chlorella* sp em diferentes proporções, verificando um aumento do teor proteico em 0,83% e no teor lipídico de 239,47%. Houve um decréscimo de 6,97% no teor de carboidratos, assim como no de cinzas e umidade que foram de 34,65% e 24,26% respectivamente, na substituição de 50% de microalga na composição da ração. Como os peixes exigem uma demanda maior de proteína para seu desenvolvimento que os outros animais, e o percentual proteico aumenta à medida que a microalga é incorporada na ração, a *Chlorella* sp se apresenta como promissor complemento para ração animal pisciana apresentando um teor de proteína bruta de 36,9%.

Palavras-chave: tecnologia de alimentos, bioenergia, composição centesimal, alimentos alternativos.

1. Introdução

O cultivo de microalgas tem sido amplamente utilizado como alternativa para o tratamento de efluentes gasosos, remoção da matéria orgânica e metais tóxicos de efluentes, para geração de biocombustíveis como biodiesel e bioetanol, na produção de moléculas de origem lipídica com capacidade surfactante entre outros, a partir da conversão da biomassa através de processos químicos e biotecnológicos (ANTELO, et al.,2008).

A biomassa microalgal apresenta cerca de 50% de carbono na sua composição, assim o fornecimento deste nutriente aos cultivos representa um importante componente dos custos de produção, seja gasoso na forma de dióxido de carbono, ou sólido, principalmente na forma de bicarbonato (VONSHAK, 1997).

Com a possibilidade de utilização das microalgas no tratamento de efluentes, ocorre a problemática da proliferação microalgal, gerando quantidade de biomassa rica em nutrientes na sua composição.

Dentre as diversas possibilidades de utilização para as microalgas, uma área de destaque é como suplemento alimentar, devido à grande diversidade de nutrientes provenientes na biomassa microalgal, e sua possibilidade de indução pelos meios de cultivo.

A alimentação pisciana, é responsável por 30 a 70% dos custos de produção em cultivos intensivos, existindo uma pressão considerável para a redução dos excessos nas formulações, principalmente dos nutrientes de preço mais elevados responsáveis pelo teor proteico, a farinha de peixe e o farelo de soja. O desenvolvimento de rações de alto valor nutricional e ambientalmente corretas, que garantam a economicidade das criações, depende do aprofundamento dos conhecimentos sobre as espécies produzidas, principalmente em relação ao manejo alimentar dos peixes e exigências nutricionais (ABRAPESQ, 2014).

O principal fator nutricional que determina o uso das rações piscianas é o teor proteico-energético sendo o constituinte majoritário na sua composição. Para as espécies de peixes tropicais, as farinhas elaboradas à base das fibras, resultantes da extração de óleo das sementes de oleaginosas como a soja, girassol, algodão, colza (canola), coco, entre outros, podem ser empregadas como fonte proteicas (ABRAPESQ, 2014).

As fontes proteicas comumente utilizadas de origem vegetal, são consideradas inferiores às de origem animal, apresentando menor digestibilidade, são deficientes em metionina e lisina e, com alguns fatores antinutricionais. Entretanto, apresentam-se como a opção mais econômica para a confecção de rações. (CPT, 2016).

As etapas para a produção de um complemento para ração pisciana a partir da biomassa microalgal, consistiram em cultivar a *Chlorella* sp no LAPREBB-Laboratório de Pesquisa Relacionada a Biomassa e Bioenergia da UTFPR-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR; obter a biomassa liofilizada para preservação da amostra e realizar testes físico-químicos de caracterização de proteínas, lipídeos, carboidratos, cinzas e umidade, nas microalgas, na ração *Bottom fish* pura, e em 3 misturas de microalga e ração. Após as análises verificou-se um aumento no teor de proteínas bruto, à medida que a biomassa produzida periodicamente nesse sistema é incorporada na ração *Bottom fish*.

2. Métodos

As microalgas foram cultivadas no Laboratório de Pesquisa Relacionada a Biomassa e Bioenergia- LAPREBB, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, em Curitiba-PR, em ambiente bem ventilado com temperatura média de 20°C. O sistema exigia acompanhamento diário, sendo iluminado por fotoperíodo de 24 horas e aerado continuamente para manutenção das características ideais.

O cultivo era composto inicialmente por 2 recipientes de 20L que simulavam um fotobiorreator contendo as microalgas em meio Chu, ilustrado na Fig.1, e aerados por um sistema de ar comprimido, sendo o fator crítico para a sobrevivência das microalgas com tempo máximo de sobrevivência de 3 dias sem a suplementação pelo mesmo.



Fig. 1. Cultivo de microalga *Chlorella* sp no Laboratório de Pesquisa Relacionada a Biomassa e Bioenergia – LAPREBB, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba-PR.

2.1 Recuperação da biomassa

Para determinação do dia exato de separação das microalgas, onde a população é máxima, foi feito um estudo cinético do crescimento da *Chlorella* sp. O estudo foi realizado pelo método de contagens de células, sendo construído um gráfico da população microalgal versus tempo em dias.

Após a inoculação, no sexto dia quando a população atingiu seu pico, a coleta foi realizada. A biomassa foi separada do foto biorreator por decantação, utilizando 3 cones de Imhoff com capacidade de 1L cada. A separação foi realizada em 20 bateladas devido a pequena capacidade do sistema, onde a microalga era deixada em repouso por 24h para decantação completa, o concentrado coletado em recipientes plásticos de 40mL de capacidade, usando metade da sua capacidade visto que o volume aumenta durante o congelamento. Logo após ser congelada, a biomassa foi liofilizada (Labconco free zone) a fim de eliminar toda água presente na amostra garantindo a sua preservação e manutenção das características. Após o processo de liofilização que garante a integridade dos constituintes da microalga, a biomassa foi armazenada a temperatura de 4°C. Após cada batelada o clarificado era devolvido para o reator, afim de manter os nutrientes necessários para o meio de cultivo.

2.2 Caracterização

Para a determinação dos componentes presentes na biomassa, foram definidos parâmetros para a análise como teor de nitrogênio total, lipídios, carboidratos, cinzas e umidade, sendo definidas as análises físico-químicas.

Inicialmente, foram feitos os ensaios individualmente, primeiro na biomassa liofilizada da microalga *Chlorella* sp. (a), em seguida na ração *Bottom fish* pura (b).

Com a biomassa liofilizada, foram feitos ensaios de determinação de nitrogênio total e o teor proteico, que foi realizada seguindo o método de Micro-Kjeldahl (MILLER, 1945). Após a determinação de nitrogênio, os lipídeos totais foram extraídos da biomassa através do método de Soxhlet, e o teor de cinzas e umidade foi determinado gravimetricamente seguindo a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – IAL (IAL, 2008).

A quantificação de carboidratos foi realizada pela diferença entre 100 e a soma dos teores de umidade, cinzas, lipídeos totais e proteínas. Os mesmos ensaios foram repetidos para ração *Bottom Fish* pura, e para 3 misturas de ração e microalga em proporções diferentes: primeira 80% ração e 20% *Chlorella* sp. (A), segunda 70% ração e 30% *Chlorella* sp. (B), e terceira 50% ração e 50% *Chlorella* sp. (C).

Inicialmente a ração foi moída, utilizando um (cadinho e um pistilo de porcelana esterilizados), até transforma-la em pó. Logo após a ração foi peneirada a fim de deixa-la na mesma granulometria da microalga *Chlorella* sp. liofilizada, então foram feitas as misturas em relação ao peso necessário para a realização de cada ensaio. Foram feitas 9 misturas, sento 3 de cada composição, e em seguida foram feitas as análises físico-químicas de composição centesimal nas amostras.

2.3 Contagem de bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada na microalga *Chlorella* sp. isolada, visto que a ração deve seguir a legislação vigente.

A contagem das células seguiu o método de contagem de bolores e leveduras presente no manual dos Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal, utilizando a câmara de Neubauer. Foram feitas 3 coletas em períodos diferentes, no início do inóculo, no sétimo dia e no dia da separação, cada uma com 3 amostras, totalizando 9 amostras para a análise.

2.4 Análises estatísticas

A análise estatística escolhida para o presente caso para identificar a influência da adição de microalga *Chlorella* sp. na ração *Bottom Fish*, foi o teste de diferenças entre médias das composições centesimais para dados pareados (mesma composição antes e depois), teste t de Student unilateral à esquerda, (com 1% de significância) e a variável de teste é t_{n-1} para uma amostra com menos de 30 elementos.

3. Resultados e Discussão

Os resultados do estudo são apresentados a seguir.

3.1 Curva de crescimento

A partir do estudo cinético realizado pelo método de contagem de células, foi construído o gráfico representado pela Fig. 2, Curva de crescimento *Chlorella* sp., onde se identifica que o dia ideal para a separação das microalgas é o sexto, onde a população atinge a ordem de 10^6 , e no décimo quarto dia ocorre um decaimento exponencial.

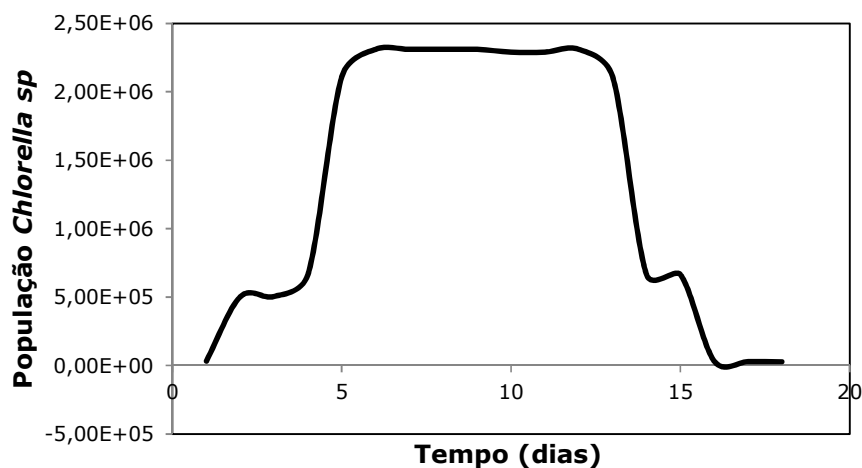


Fig. 2. Curva de crescimento *Chlorella* sp. em função do tempo em dias.

3.2 Obtenção da biomassa

A partir do sexto dia de cultivo, a solução de microalgas (*Chlorella* sp.) cultivada nos fotobiorreatores apresentava uma coloração verde-escura, evidenciando a presença de elementos fotossintetizantes no sistema e elevada concentração. Após o período de 24 horas de decantação nos cones de Imhoff, foi possível distinguir nitidamente o concentrado microalgal do clarificado.

Dos 20L de solução contidos no recipiente submetidos a decantação, foram coletados 0,678 L de concentrado microalgal, totalizando 3,39% do volume processado. Lembrando que o clarificado restante nos cones era transferido novamente para o fotobiorreator para a manutenção dos nutrientes necessários para o meio de cultivo. O método de separação dos cones de Imhoff se demonstrou eficiente para a separação, porém o tempo necessário é longo visto que o sistema é composto por 3 cones de capacidade de 1L cada e demanda 24 h para a decantação completa.

Ao final da liofilização foram obtidos 7,1358 g de biomassa seca da microalga *Chlorella* sp. Um rendimento de 0,3567g de biomassa seca por 1L de solução do fotobiorreator submetido à liofilização. Pereira (2013) conseguiu valores de 0,451 g.L⁻¹ de biomassa a partir de um mix de microalgas com predominância do gênero *Scenedesmus* sp em meio Chu. Vieira (2011) obteve um rendimento de 0,4307 g.L⁻¹ de *Chlorella* sp. cultivada em fotobiorreator de bancada, em meio Watanabe e suplementado com gás de um incinerador de produtos sólidos tóxicos. O rendimento mais baixo pode ser explicado pelo método de separação não sofisticado, visto que o dia da separação foi determinado a partir de uma curva de crescimento realizada pelo método de contagem de células.

Devido ao baixo rendimento e produção, foram necessários 8 meses de cultivo para a obtenção de biomassa suficiente para a realização das análises. O sistema exige completa dedicação, visto que a suplementação por ar comprimido tem que ser contínua, para a manutenção saudável das células.

3.3 Composição centesimal

A partir das análises físico-químicas do teor de nitrogênio total, lipídios, carboidratos, cinzas e umidade, foi determinada a composição centesimal da microalga *Chlorella* sp. e da ração para peixes *Bottom Fish* isolada, apresentadas no gráfico na Fig. 4.

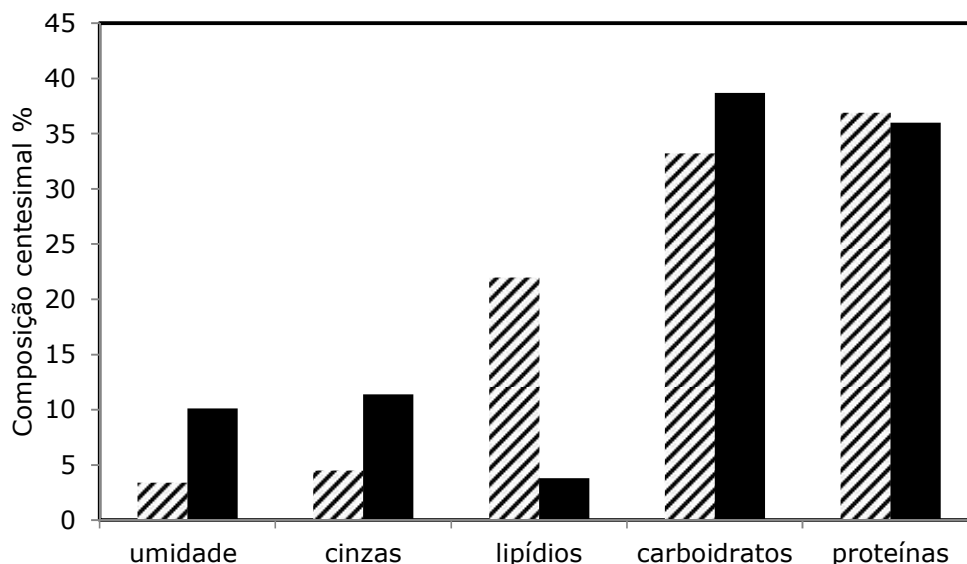


Fig. 4. Gráfico da composição centesimal ((▨, *Chlorella* sp.) e ração (■, *Bottom Fish*)).

A partir dos resultados apresentados na Fig.4 pode-se identificar que assim como a ração pisciana, a microalga *Chlorella* sp. apresentou proteína como componente majoritário, seguida de carboidratos, lipídios e outros constituintes, como minerais.

Assim, estes dados evidenciam que a *Chlorella* sp. apresenta características próximas as da ração pisciana principalmente com relação ao teor proteico. Para *Spirulina platensis*, Yoo et al., (2010) encontraram valores de 59,65% de proteína, 11,7% de carboidratos e 3,29% de lipídeos, em meio de cultivo não informado, enquanto Huang et al. (2006) obtiveram valores de 62,43% de proteína, 3,47% de carboidratos e 17,3% de lipídeos, utilizando meio de cultivo Zarrouk.

Para a microalga *Chlorella* sp., Matos et al. (2015) obtiveram valores menores para a composição centesimal da biomassa de *Chlorella* sp.: 25,04% de proteínas, 15,09% de carboidratos e 3,70% lipídeos, cultivada em meio concentrado de dessalinização. Estas diferenças de valores da composição centesimal das microalgas mostram que a importância do meio de cultivo utilizado e outros fatores como temperatura, pH, nível de aeração, induzem respostas metabólicas diferentes às microalgas influenciando na composição da biomassa.

Pelas mesmas análises físico-químicas também foi determinada a composição centesimal de três misturas de *Chlorella* sp. e ração Bottom Fish em diferentes proporções: 80% ração e 20% *Chlorella* sp., 70% ração e 30% *Chlorella* sp., e 50% ração e 50% *Chlorella* sp., apresentadas no gráfico da Fig.5.

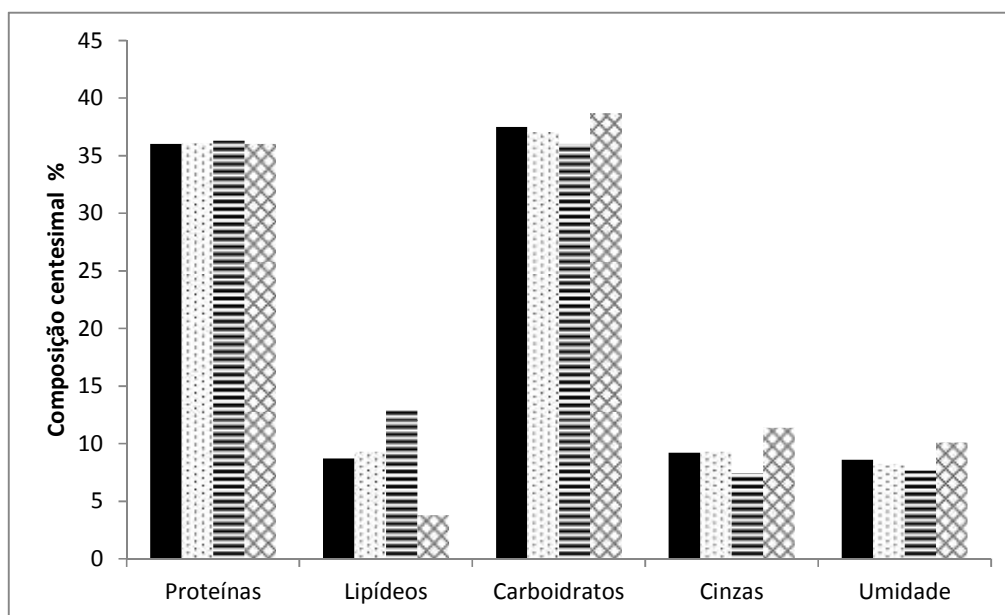


Fig.5. Composição centesimal (em %) das misturas de Ração com *Chlorella* sp. (■ Mistura 80% ração e 20% *Chlorella* sp., ▨ Mistura 70% ração e 30% *Chlorella* sp., ▩ Mistura 50% *Chlorella* sp. e 50% ração, ▤ Ração Pura Bottom fish).

A partir do gráfico ilustrado na Fig.5, que contém os resultados de composição centesimal das três misturas de *Chlorella* sp. e ração Bottom fish, observa-se que composição da ração sofre alteração mínima no teor proteico-energético com a adição de 50% de *Chlorella* sp. na sua composição. Como estes são os principais constituintes da ração pisciana, o presente estudo indica grande possibilidade de utilização da microalga *Chlorella* sp. em substituição a parte da ração convencional utilizada, ou possivelmente ser utilizada sozinha como alimento *in natura* para os peixes.

Os resultados demonstraram ainda que houve um aumento no teor proteico da mistura ração *Bottom fish* + *Chlorella* sp., de 0,83% confirmando a possibilidade de utilização desta microalga na suplementação de peixes e organismos aquáticos, pois possuem necessidade proteica elevada, como o bagre onívoro catfish *Ictalurus punctatus* que necessita de 35% de proteína bruta na sua alimentação (TACON, 1993). Também fica nítida a tendência observada no gráfico de que quanto maior a adição de *Chlorella* sp. na mistura, mais as características do complemento se aproximam a da alga pura, tendo um aumento no teor lipídico de 239,47%, e no teor de carboidratos um decréscimo de 6,97%, como o de cinzas e umidade que caem 34,65% e 24,26% respectivamente.

Devido a elevada necessidade proteica dos peixes (ABRAPPESQ, 2014) a microalga *Chlorella* sp. se apresenta como um promissor substituinte de ingredientes utilizados para este fim responsáveis pela maior parte do custo da ração, como farinha de peixe, um ingrediente caro e limitado no mercado, e farelo de soja que cada vez mais vem substituindo a farinha de peixe, possuindo além do teor de proteínas elevado, um teor lipídico que supre a demanda de ácidos graxos de peixes de água doce (ABRAPPESQ, 2014).

As diversas análises físico químicas realizadas no LAPREBB, confirmam potencial nutricional da microalga *Chlorella* sp., com grande quantidade de proteína bruta na sua biomassa e alto teor lipídico (Donato et al., 2010). A utilização neste sentido se mostrou muito promissora, uma vez que mesmo substituindo 50% de ração por microalga a característica proteica se eleva 0,82% e o teor lipídico 239,47%, e aumentam à medida que a alga é incorporada na ração *Bottom fish*.

Em 2011 foi realizado um trabalho pelo setor de engenharia de pesca da Universidade Federal do Ceará, que utilizou a microalga *Chlorella* sp. como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo provenientes da Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ihering do Departamento de Obras Contra as Secas – DNOCS (Pentecoste, Ceará, Brasil). O estudo consistiu na comparação entre a taxa de crescimento das larvas cultivada em água verde (95% *Microcystis* e 5% *Golenkina*), em águas claras, e em um tanque contendo a microalga *Chlorella* sp. in natura (COSTA et al., 2011).

Em relação aos dados de desempenho, após 28 dias de cultivo, os peixes apresentaram pesos e comprimentos médios de $0,23 \pm 0,12\text{g}$ e $2,35 \pm 0,16\text{cm}$; $0,35 \pm 0,11\text{g}$ e $2,82 \pm 0,20\text{cm}$ e $0,27 \pm 0,03\text{g}$ e $2,54 \pm 0,15\text{cm}$ para os tratamentos em águas claras (controle), com *Chlorella* sp. e em água verde, respectivamente. A análise estatística evidenciou que as médias de peso dos peixes do tratamento com *Chlorella* sp. foram significativamente superiores ($p < 0,05$) após 15 dias de cultivo, quando comparadas as obtidas dos demais tratamentos que não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$). Quando a alimentação de juvenis de tilápia do Nilo é suplementada com microalgas, o ganho de peso é mais elevado (GARCIA et al., 2009; MOREIRA et al., 2010).

3.4 Análises microbiológicas

A contagem de células de microrganismos, como bolores e leveduras em meio ágar, foi de 4 UFC.g^{-1} , indicando a possibilidade de utilização da microalga *Chlorella* sp. como alimento, visto que a legislação permite um valor máximo de 100 UFC.g^{-1} ou 100mL . Andriguetto et al. (2002) citam que, para uma ração ser considerada de boa qualidade, as contagens de bactérias mesófilas devem ser inferiores a $6,0 \text{ UFC.g}^{-1}$, sendo aceitável com contagens até $7,0 \text{ UFC.g}^{-1}$ e inaceitável quando apresenta contagens superiores a 8 UFC.g^{-1} . Na Turquia, um estudo realizado com 24 amostras de ração para peixes demonstrou valores de mesófilos que oscilaram entre 4,10 e $4,26 \text{ UFC.g}^{-1}$.

3.5 Análises estatísticas

A análise estatística escolhida para o presente caso foi o teste de diferenças entre médias das composições centesimais para dados pareados (mesma composição antes e depois), teste t de Student.

Com o presente estudo foi determinado se há uma diferença significativa na composição da ração *Bottom Fish*, com o incremento de 50% da microalga *Chlorella* sp.

Como a amostra tem 5 elementos a variável de teste é t_{n-1} da distribuição t de Student. Trata-se de um teste unilateral à esquerda, (com 1% de significância) e a variável de teste é t_{n-1} , então o valor crítico (obtido da tabela da distribuição t de Student) foi 3,36.

O valor obtido para variável t_{n-1} foi de -3,96, menor do que o valor crítico t , caracterizando que alteração significativa na composição da ração com a adição de microalga *Chlorella* sp. na sua composição. A análise estatística confirma uma alteração, pois há aumento significativo na quantidade de lipídios de 239,47%. Do ponto de vista prático, esta alteração se apresenta como uma melhoria, pois esta quantidade supre a dieta de ácidos graxos dos peixes de água doce (ABRAPPEQ, 2014).

4. Conclusão

Com este trabalho, pode-se concluir que o cultivo da microalga *Chlorella* sp. exige monitoramento diário, sendo imprescindível a suplementação por ar comprimido para as características ideais do sistema, indicando uma possibilidade prática de cultivá-la diretamente nos tanques de criação de peixes, os quais têm condições controladas para a sobrevivência dos mesmos facilitando o processo. Os estudos físico-químicos de análise de composição centesimal, indicaram a microalga *Chlorella* sp. como um promissor complemento para ração animal pisciana. Os constituintes de maior interesse foram os altos teores de proteínas presente na microalga em $36,9 \pm 0,1\%$, da sua composição, devido a sua alta necessidade para o desenvolvimento dos peixes e de lipídios com aumento de $239,47 \pm 0,23\%$. A etapa de confirmação do potencial da microalga *Chlorella* sp. como complemento para ração, consistirá em um estudo como o realizado pela equipe de engenharia de pesca da Universidade Federal do Ceará, avaliando as respostas metabólicas dos peixes com o consumo da microalga, monitorando a absorção dos nutrientes presentes em grande quantidade na microalga pelos peixes.

5. Referências

- Andriguetto, J.M., Perly, L., Minardi, I., Gemael, A., Flemming, J.S., Souza, G.A., Bona Filho, A. 2002. Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal: Os Alimentos. Nobel, São Paulo.
- Abrappesq - Associação brasileira de piscicultores e pesqueiros, 2014. www.abrappesq.com.br acessado em Julho/2016.
- Antelo, F. S., Costa, J. A. V., Kalil, S.J. Thermal degradation kinetics of the phycocyanin from *Spirulina platensis*. *Biochemical Engineering Journal*, v. 41, n.1, p. 43-47, 2008.
- Costa, F.T.M, Reis, F.R.C., Santos, J.M.S., Maciel, S.M., Biserra, T.S., Moreira, R.L., Farias, W.R.L. *Chlorella* sp. como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.4, p.1103-1115, 2011.
- Cpt – Centro de Produções Técnicas: Curso Criação de Peixes. <http://www.cpt.com.br> acessado em Julho/2016.
- Garcia, F.; Abimorad, E.G.; Schalch, S.H.C.; Onaka, E.M.; Fonseca, F.S.F. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. *Bioikos*, v. 23, n.2, p.83-89, 2009.
- Huang, C.C., Chen, M.W, Hsieh, J.L., Lin, W.H., Chen, P.C., Chien, L.F. Expression of mercuric reductase from *Bacillus megaterium* MB1 in eukaryotic microalga *Chlorella* sp. DT: an approach for mercury phytoremediation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.72, p.197-205, 2006.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4^a ed. (1^a Edição digital), 2008. 1020 p.
- Matos, A.P., Morioka, L.R.I., Sant'Anna, E.S., França, K.B. Teores de proteínas e lipídeos de *Chlorella* sp. cultivada em concentrado de dessalinização residual. *Ciência Rural*, v.45, n.2, p.364-370, 2015.

Miller, L. A. H. J. A. The micro-kjeldahl determination of the nitrogen content of amino acids and proteins. *Journal of Biological Chemistry*, n.159, p.373-383, 1945.

Moreira, R.L.; Da Costa, J.M.; De Queiroz, R.V.; De Moura, P.S.; Farias, W.R.L. Utilização de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar durante a reversão sexual de tilápia do Nilo. *Revista Caatinga*, v.23, n.2, p.134-141, 2010.

Pereira, A. B. Produção de biomassa e de lipídeos por cultivo misto de microalgas suplementado por CO₂. 2013, 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Tacon, 1993. In M.B. New, A.G.J. Tacon and I. Csavas, eds. *Farm-made aquafeeds*, p. 61-74. *Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-Made Aquafeeds*. Bangkok, FAO-RAPA/AADCP.

Vieira, D. B. Cultivo de *Chlorella* sp. em foto biorreator suplementado com gás de incineração de resíduos sólidos perigosos e avaliação de sequestro de dióxido de carbono para produção de biomassa. 2011, 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

Vonshak, A., 1997. *Spirulina Platensis Arthrospira: Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. Taylor & Francis, London.

Yoo, C., Jun, S.Y., Lee, J.Y., Ahn, C.Y., Oh, H.M. Selection of microalgae for lipid production under high levels carbon dioxide. *Bioresource Technology*, n.101, p.71-74, 2010.