

BIOMASSA PERIFÍTICA EM TANQUES-REDE DE CRIAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO - *Oreochromis niloticus* (Linneau, 1758)*

Natália Silveira SIQUEIRA¹ e Lílíana RODRIGUES^{1,2}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa da comunidade perifítica em tanques-rede de criação de *Oreochromis niloticus*, verificando o tempo necessário para a estabilização desta comunidade, bem como contribuir para o conhecimento do seu potencial em dar suporte à produção de peixes. Para isto, 15 tanques-rede foram instalados na área de remanso do rio do Corvo, afluente do rio Paranapanema, cujas águas foram represadas para a formação do reservatório de Rosana. Nesses tanques, substratos artificiais foram utilizados para o desenvolvimento da comunidade perifítica, que teve sua biomassa medida quinzenalmente por meio de clorofila-*a*, peso seco, peso seco livre de cinzas e porcentagem de cinzas. A biomassa perifítica encontrada nos tanques-rede do rio do Corvo foi elevada, superior ao já registrado por outros autores em uma variedade de sistemas de cultivo. Em termos de clorofila-*a*, o tempo necessário para a comunidade ser considerada madura, com padrão uniforme de colonização e máxima concentração, foi de quatro semanas. O conhecimento deste tempo, necessário para a estabilização da comunidade perifítica, é de grande importância para a aquicultura. A utilização desta comunidade como alimento natural pode contribuir para o manejo sustentável dos sistemas, bem como diminuir os custos para o produtor, com a redução de ração comercial, e para o ambiente, pela menor adição de nutrientes ao meio.

Palavras-chave: aquicultura; perifíton; tilápia; substrato artificial; clorofila-*a*

PERIPHYTIC BIOMAS IN NET CAGES OF NILE TILAPIA - *Oreochromis niloticus* (Linneau, 1758)

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the biomass of the periphytic community in aquaculture net cages of *Oreochromis niloticus*. We determined the time required to stabilize this community and contributed to the knowledge of its potential to sustain the fish production. For this, 15 net cages were set in an arm of the Rosana Reservoir (Paranapanema River), the Corvo River. In these net cages, artificial substrates were used to allow the development of the periphytic community, which had its biomass monitored fortnightly, indexed as chlorophyll-*a*, dry weight, ash-free dry weight and percentage of ash. The biomass of periphytic community found in the net cages of the Corvo River was high. In fact, it was higher than the values already reported by other authors in a variety of cultivate systems. Considering chlorophyll-*a*, the time for the community be considered mature, with uniform pattern of colonization and maximum concentration was four weeks. The knowledge of this time, necessary for the stabilization of the periphytic community, is of great importance to aquaculture. The use of this community as natural food may contribute to the sustainable management of systems and reduce costs for the producer, with reduction of the use of commercial food, for the environment with less addition of nutrients.

Key words: aquaculture; periphyton; tilapia; artificial substrate; chlorophyll-*a*

Artigo Científico: Recebido em: 12/05/2008 - Aprovado em: 01/06/2009

¹ Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790 - CEP: 87020-900 - Maringá - Paraná - Brasil

² Autor para correspondência: e-mail: lrodrigues@nupelia.uem.br

* Apoio: Pronex- CNPq; Nupélia- PEA/UEM

INTRODUÇÃO

Na aquicultura, a criação de organismos aquáticos, sob condições controladas (NUÑER, 2005), é considerada uma importante atividade econômica e uma eficiente maneira de produzir alimentos (SAMPAIO e BRAGA, 2005; AGOSTINHO *et al.*, 2007). Sua rápida extensão, nos últimos anos, vem sendo considerada uma das melhores alternativas para diminuir a pressão de pesca sobre os estoques pesqueiros naturais (MARENGONI, 2006).

A piscicultura brasileira é tradicionalmente praticada em tanques escavados. Contudo, nos últimos anos, observa-se uma crescente tendência da amplificação da criação de peixes em tanques-rede (NUÑER, 2005; AGOSTINHO *et al.*, 2007). Desde que realizada de forma planejada, essa atividade contemporânea apresenta grande potencial de crescimento (AYROSA *et al.*, 2005), principalmente devido a fomentos do poder público. Entre as ações governamentais para o apoio do setor, destaca-se o decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003, que regulamenta o uso das águas públicas da União para a prática da aquicultura em tanques-rede (NUÑER, 2005; AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Em tanques-rede o perífíton, comunidade constituída por algas, bactérias, fungos, animais e detritos, encontrado firme ou frouxamente aderido a substratos submersos (WETZEL, 1983), é considerado um problema, que provoca diminuição de circulação de água e do suprimento de oxigênio (NORBERG, 1999). Em tanques escavados e de concreto, no entanto, muitos experimentos mostraram que, quando substratos são fornecidos, a comunidade perífítica pode contribuir para aumento da produtividade de várias espécies de peixes (LEGENDRE *et al.*, 1989; RAMESH *et al.*, 1999; WAHAB *et al.*, 1999; AZIM *et al.*, 2001a, 2001c, 2002a; KESHAVANATH *et al.*, 2001, 2002, 2004; JANA *et al.*, 2004; UDDIN *et al.*, 2006, 2007).

Esse sistema de criação, baseado na comunidade perífítica, é inspirado em técnicas tradicionais (HEN e AVIT, 1994; WAHAB e KIBRIA, 1994; KIBRIA e AHMED, 2005), nos quais substratos eram oferecidos para atração de peixes. Esses substratos, requeridos pela comunidade perífítica e geralmente ausentes em sistemas

tradicionais (KESHAVANATH *et al.*, 2001; AZIM *et al.*, 2001c, 2002a), estimulam o crescimento e a produção dos organismos aderidos (AZIM *et al.*, 2001c; KESHAVANATH *et al.*, 2004). Estes, por sua vez, aumentam a transferência de energia e nutrientes (AZIM *et al.*, 2001c), reduzindo a necessidade de ração comercial, o que torna esse sistema uma ótima alternativa para a criação de espécies herbívoras (KESHAVANATH *et al.*, 2002).

As tilápias, consideradas onívoras (MARENGONI, 2006), parecem apropriadas para a criação baseado no perífíton (KESHAVANATH *et al.*, 2004; UDDIN *et al.*, 2006, 2007), uma vez que já foram observadas realizando 'grazing' sobre esta comunidade (DEMPSTER *et al.*, 1993; NORBERG, 1999; HUCHETTE *et al.*, 2000; J. D. LATINI comunicação pessoal), pela existência de um sistema digestivo especial capaz de digerir carboidratos (FISH, 1960) e pela presença de algas no seu conteúdo estomacal (GETACHEW, 1987; HUCHETTE *et al.*, 2000). Além disso, as tilápias estão entre as espécies mais importantes na aquicultura, com criação considerada uma das mais antigas (CACECI *et al.*, 1997), recebendo também destaque em tanques-rede, pois apresentam bom desempenho nesse sistema intensivo de criação (AYROSA *et al.*, 2006).

Apesar da disponibilidade de informações sobre a criação de tilápias e outras espécies de peixes, baseada na comunidade perífítica em tanques escavados e de concreto (LEGENDRE *et al.*, 1989; RAMESH *et al.*, 1999; WAHAB *et al.*, 1999; AZIM *et al.*, 2001c, 2002b 2003; MILSTEIN *et al.*, 2003; VAN DAM e VERDEGEM, 2005; UDDIN *et al.*, 2007), ainda são escassas as informações sobre essa forma de criação em tanques-rede (NORBERG, 1999; HUCHETTE *et al.*, 2000; HUCHETTE e BEVERIDGE, 2003). No contexto da aquicultura brasileira, por exemplo, não se tem conhecimento de nenhuma tentativa feita para estimar a biomassa perífítica nesses sistemas.

Assim, este trabalho objetivou avaliar a biomassa perífítica em substratos artificiais fixados em tanques-rede de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758), verificando o tempo necessário para a estabilização desta comunidade. Buscou-se, também, contribuir para o conhecimento do

potencial da comunidade perifítica em dar suporte à produção de peixes.

MATERIAL E MÉTODOS

O local escolhido para a realização deste estudo foi o rio do Corvo, um dos tributários da margem esquerda do reservatório da usina

hidrelétrica de Rosana, situado no trecho inferior do rio Paranapanema (22°39'S; 052°46'W) (JÚLIO-JÚNIOR *et al.*, 2005). Este rio, considerado eutrófico, com margens quase desprovidas de vegetação arbórea, apresentou no local amostrado cerca de 250 m de largura, 5,8 m de profundidade e 4,7 km distante da região lacustre do reservatório (Figura 1).

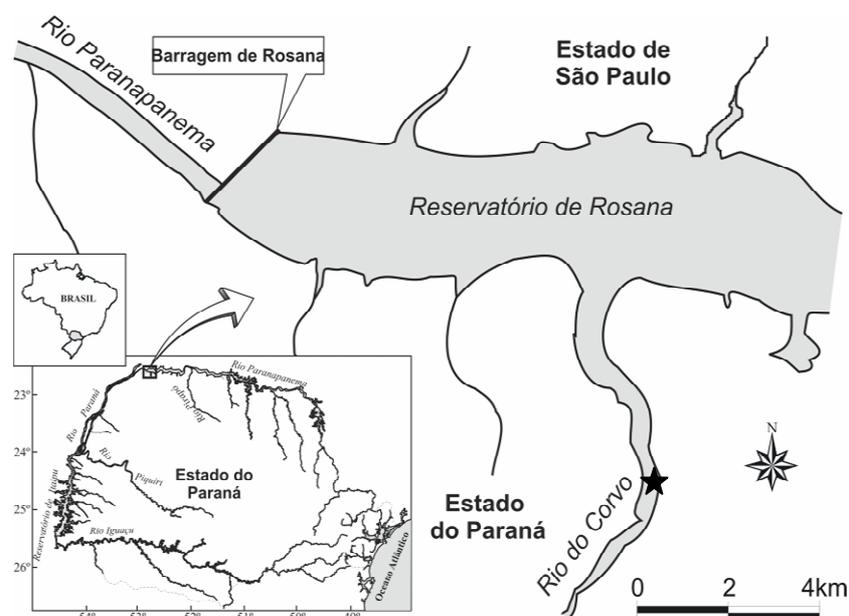


Figura 1. Área de estudo, o rio do Corvo, um dos afluentes do rio Paranapanema. ★ = Local de instalação dos tanques-rede para a criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*)

Os quinze tanques-rede para criação de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), com dimensões de 2,0 X 2,0 X 1,7 m, e volume total de 6 m³ cada, foram fixados na área de remanso deste rio, em três baterias com cinco tanques cada uma. Nestes tanques, os peixes, que foram estocados em 100kg m⁻³ ou 200 peixes m⁻³, eram alimentados duas vezes por dia, às 10 e às 16 horas, com ração comercial. A quantidade de ração foi calculada inicialmente em 10% da biomassa total do tanque (FILHO e RIBEIRO, 2006).

Para o desenvolvimento da comunidade perifítica, o substrato artificial utilizado foi lâmina de garrafa PET, com 2 X 4 cm e aproximadamente 16 cm². Esse substrato foi selecionado devido à fácil manipulação, baixo custo, por ser inerte do ponto de vista químico, além de resistente à

raspagem. No lado externo de cada tanque-rede, 40 lâminas foram posicionadas perpendicularmente à superfície da água, submersas a aproximadamente 30 cm. A instalação dos substratos ocorreu no dia 13 de abril de 2006 e as coletas do material perifítico foram realizadas entre 26 de abril e 09 de agosto de 2006, nas 3^o, 5^o, 7^o, 9^o, 11^o, 13^o, 15^o e 18^o semanas de colonização.

Em cada coleta, as lâminas foram selecionadas aleatoriamente de uma das baterias de tanques-rede instalados no rio do Corvo. Para a estimativa da biomassa perifítica, foram coletadas quatro lâminas para a determinação de clorofila-*a* e quatro para as formas de peso seco. Assim, em cada coleta, lâminas foram removidas de cada tanque-rede e acondicionadas em câmaras úmidas

(frascos Wheaton) e em caixa térmica com gelo. O perífíton foi removido com auxílio de lâmina de barbear e jatos de água destilada, sendo imediatamente filtrado em bomba à vácuo em filtros de vidro Schleicher & Schuell GF/C.

Para a extração de clorofila-*a*, os filtros foram macerados na penumbra, com auxílio de almofariz e pistilo de porcelana, utilizando acetona (90%) como solvente. O extrato (10ml) foi transferido para tubos e, após centrifugação, a concentração de biomassa fotossinteticamente ativa foi determinada pela leitura em espectrofotômetro (GOLTERMAN *et al.*, 1978).

Para a determinação das formas de peso seco, as amostras foram filtradas em filtros pré-calcinados. Estes foram secos em estufa a 70°C por um período de aproximadamente 72 horas e pesados, obtendo assim o peso seco (PS). Em seguida, para determinação de peso seco de cinzas (PSC), o material foi submetido a 450°C, em mufla, por duas horas. A diferença entre peso seco inicial (PS) e o peso após a combustão (PSC) constituiu o peso seco livre de cinzas (PSLC) (SCHWARZBOLD, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra a variação da concentração de clorofila-*a* (mg cm⁻²). No início do experimento, esta variável apresentou-se em constante aumento, até o 26º dia, quando o pico de concentração foi atingido. Em seguida, observou-se oscilação, com queda acompanhada de aumento gradativo de concentração. Um segundo pico foi atingido após 83 dias de exposição do substrato, seguido por constante queda deste pigmento fotossinteticamente ativo até o final do experimento.

O máximo de concentração de clorofila-*a* foi obtido após a quarta semana de colonização. Em outros experimentos, igualmente realizados com substratos artificiais, a comunidade perífítica também foi considerada madura e com padrão uniforme de colonização após esse período (CERRÃO *et al.*, 1991; MOSCHINI-CARLOS, 1996; ALMEIDA, 2001; AZIM *et al.*, 2002b, 2003; POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003; JANA *et al.*, 2004). FELISBERTO (2007) trabalhando no rio do Corvo, durante o verão, obteve biomassa

máxima, medida por meio da concentração de clorofila-*a*, na terceira semana de colonização. Isso por que, no verão a comunidade atinge seu pico de biomassa em um período menor quando comparado ao inverno (BICUDO *et al.*, 1995).

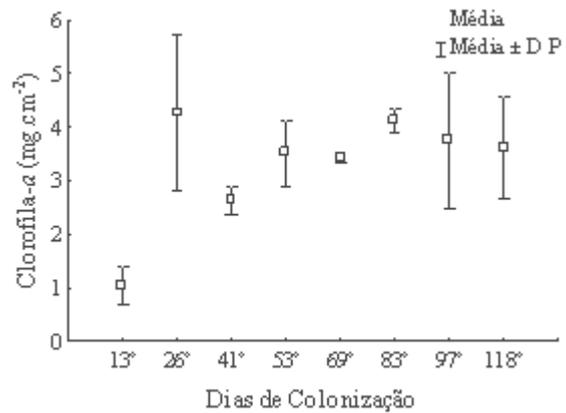


Figura 2. Variação temporal dos valores de clorofila-*a* (mg cm⁻²), da comunidade perífítica registrado no rio do Corvo, entre 13º e 118º dias (26 de abril a nove de agosto de 2006) (Média e desvio padrão - DP; n=4)

De modo geral, o tempo necessário para que o processo de colonização leve a uma comunidade perífítica madura é de poucas semanas, sendo que, um período estimado de quatro semanas é suficiente para sua estabilização (POMPÊO e MOSCHINI-CARLOS, 2003). HUCHETTE *et al.* (2000) observaram a formação de densas massas perífíticas após duas semanas de exposição dos substratos. Todavia, adiaram a estocagem de peixes em mais duas semanas para permitir o total desenvolvimento da comunidade aderida.

A média de concentração de clorofila-*a* variou entre 1,04 e 4,26 mg cm⁻². Acredita-se que os elevados valores de clorofila-*a*, registrados neste estudo, estejam relacionados à grande quantidade de algas verdes filamentosas aderidas ao substrato e ao conseqüente aumento da comunidade metafítica. Neste trabalho, entende-se por metafíton a comunidade de algas que não estão diretamente aderidas aos substratos, nem livremente na coluna d'água (STEVENSON, 1996).

Estudos realizados em tanques escavados, utilizando como substrato o bambu, apresentaram médias de concentração abaixo desta amplitude de variação (AZIM *et al.*, 2001a, 2002a;

KESHAVANATH *et al.*, 2001; JANA *et al.*, 2004; UDDIN *et al.*, 2006, 2007). Nesses trabalhos, a densidade de estocagem de peixes não ultrapassou 200 peixes/m³, como o estocado no rio do Corvo. E observou-se aumento da produção nos tratamentos em que substratos foram adicionados para o desenvolvimento da comunidade perifítica, assim também como observado por KESHAVANATH *et al.* (2002, 2004) em tanques de concreto, e por WAHAB *et al.* (1999) e AZIM *et al.* (2001b), em tanques escavados. Estes dois últimos apenas quantificaram a comunidade de algas perifíticas, não avaliando sua biomassa.

Em estudos em tanques-rede, onde o substrato eram garrafas plásticas, HUCHETTE *et al.* (2000) e HUCHETTE e BEVERIDGE (2003) verificaram médias de concentração de clorofila-*a* abaixo do encontrado no rio do Corvo. Nestes dois estudos, foram utilizadas tilápias do Nilo, estocadas a uma densidade de, respectivamente, 30g de peixes m⁻³ e 22 peixes m⁻³, inferior ao estocado no rio do Corvo. HUCHETTE *et al.* (2000) verificaram variação na concentração de clorofila-*a* entre 1,0 e 3,0 µg cm⁻², mas não avaliaram a produção de peixes nestes tanques. Para HUCHETTE e BEVERIDGE (2003), no qual a concentração deste pigmento fotossinteticamente ativo esteve entre 0,6 e 8,6 µg cm⁻², o efeito do substrato na alimentação dos peixes foi marginal.

Em tanques escavados, AZIM *et al.* (2003) encontraram concentração de clorofila-*a* entre 6,6 e 221,6 mg cm⁻², biomassa acima do registrado nos substratos no rio do Corvo. No entanto, o objetivo dos autores era avaliar a ingestão da comunidade perifítica por *Oreochromis niloticus*, e a produção de peixe não foi avaliada, nem estimada.

As variações de peso seco (PS), peso seco livre de cinzas (PSLC) e peso seco de cinzas (PSC), durante o experimento, são mostradas na figura 3, 4 e 5, respectivamente. O peso seco do perifíton não seguiu o mesmo padrão observado para clorofila-*a*. Ele oscilou durante a primeira metade do experimento, até o pico de concentração ser atingido no 69º, voltando a flutuar até o final do experimento (Figura 3). Este pico está fora dos padrões encontrados na revisão de BICUDO *et al.* (1995), na qual para ambientes tropicais, no inverno, o máximo de peso seco devia ser

registrado entre o 21º e 28º dias de colonização. Todavia, MOSCHINI-CARLOS *et al.* (2000), em estudo com substratos artificiais, no inverno, também observaram pico de peso seco após 60 dias de exposição do substrato.

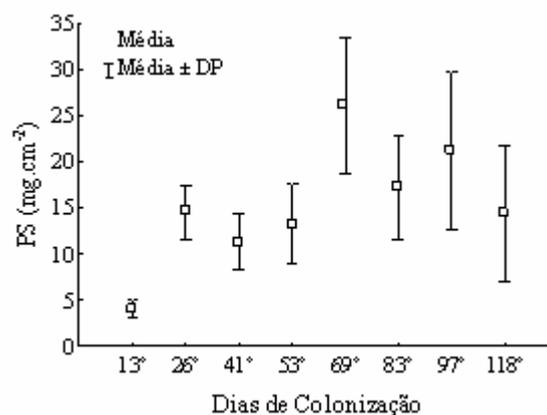


Figura 3. Variação de peso seco (PS) (mg cm⁻²) da comunidade perifítica registrado no rio do Corvo, entre 13º e 118º dias (26 de abril a nove de agosto de 2006) (Média e desvio padrão - DP; n=4)

A amplitude de variação de peso seco perifítico registrada no rio do Corvo esteve entre 4,07 e 26,03 mg cm⁻², superior aos valores encontrados em trabalhos realizados em tanques escavados (AZIM *et al.*, 2001a, 2002a; KESHAVANATH *et al.*, 2001; JANA *et al.*, 2004; UDDIN *et al.*, 2006, 2007) e de concreto (KESHAVANATH *et al.*, 2002, 2004). Nestes estudos, verificou-se aumento da produção de peixes nos tratamentos em que o sistema foi baseado na comunidade perifítica aderida aos substratos adicionados. Nos trabalhos realizados em tanques-rede (HUCHETTE *et al.*, 2000; HUCHETTE e BEVERIDGE, 2003), a concentração de peso seco não foi avaliada.

O peso seco livre de cinzas (PSLC) seguiu o mesmo padrão de colonização e sucessão do peso seco, atingindo pico de concentração no 69º dia (Figura 4). Como também registrado por MOSCHINI-CARLOS *et al.* (2000).

Durante o experimento conduzido no rio do Corvo, o PSLC médio variou entre 2,21 e 11,74 mg cm⁻². Trabalhos realizados em uma variedade de sistemas, tanques-rede, escavados e de concreto, não apresentaram biomassa perifítica, na forma de

PSLC, acima do obtido nos rio do Corvo (HUCHETTE e BEVERIDGE, 2003; KESHAVANATH *et al.*, 2004; UDDIN *et al.*, 2006). Provavelmente, devido ao efeito de pastagem, a produção de peixes aumentou nos tanques de concreto e escavado quando substratos foram oferecidos para a comunidade perífítica (AZIM *et al.*, 2001a, 2002a; KESHAVANATH *et al.*, 2001, 2002; JANA *et al.*, 2004). AZIM *et al.* (2003) observaram a biomassa, na forma de PSLC, em substrato de vidro, acima do observado neste estudo, mas a produtividade dos peixes criados nos tanques não foi avaliada.

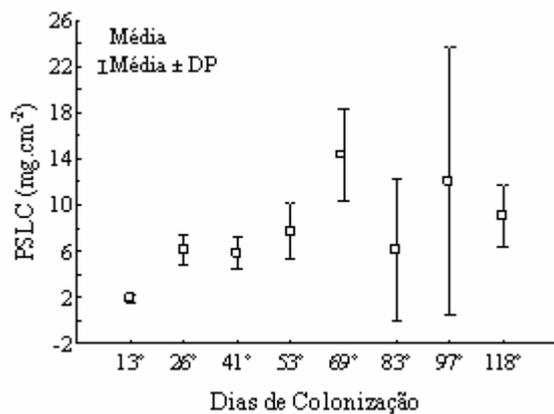


Figura 4. Variação de peso seco livre de cinzas (PSLC) (mg cm⁻²), registrado no rio do Corvo, entre 13° e 118° dias (26 de abril a nove de agosto de 2006) (Média e desvio padrão - DP; n=4)

A figura 5 mostra as porcentagens de cinzas da comunidade perífítica nos tanques-rede instalados no rio do Corvo. Concentrações mínimas e máximas foram, respectivamente, 30 a 69%, encontradas no 118° e 83° dias de colonização.

Em comparação com outros trabalhos, os resultados foram variáveis. Enquanto em tanques escavados KESHAVANATH *et al.* (2001), AZIM *et al.* (2001a, 2002a) e JANA *et al.* (2004) encontraram porcentagem de cinzas abaixo do registrado nos tanques do Corvo, em tanques-rede, HUCHETTE *et al.* (2000) e HUCHETTE e BEVERIDGE (2003) verificaram porcentagem de cinzas acima de 70%. Enquanto De Silva e Anderson, *apud* KESHAVANATH *et al.* (2001) recomendam que o conteúdo de cinzas esteja abaixo de 12%, para Yakupityage, *apud* AZIM *et al.* (2001b) o conteúdo de 38% pode ser considerado razoável para a nutrição de peixes. Acredita-se que menor

porcentagem de cinza da comunidade perífítica seja mais recomendada, visto que nos estudos que apresentaram menores valores, a produção de peixes aumentou (KESHAVANATH *et al.*, 2001; AZIM *et al.*, 2001a, 2002a; JANA *et al.*, 2004). Além disso, nos tanques-rede com elevada porcentagem, a produção, quando avaliada, foi insatisfatória (HUCHETTE *et al.*, 2000; HUCHETTE e BEVERIDGE, 2003).

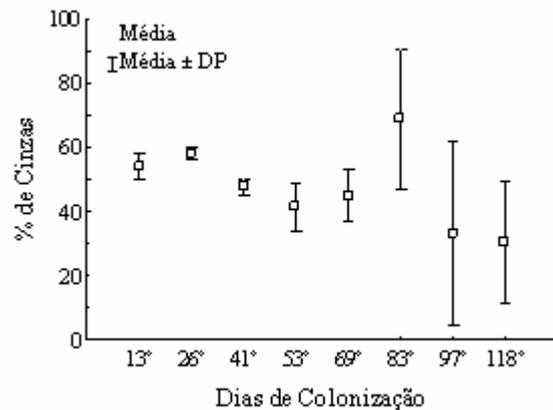


Figura 5. Variação de porcentagem (%) de peso seco de cinzas (PSLC), da comunidade perífítica registrada no rio do Corvo, entre 13° e 118° dias (26 de abril a nove de agosto de 2006) (Média e desvio padrão - DP; n=4)

CONCLUSÃO

A biomassa perífítica, medida por meio da concentração de clorofila-*a* e peso seco, encontrada nos tanques-rede do rio do Corvo foi elevada, quando comparada a outros trabalhos realizados em uma variedade de sistemas.

Os dados de clorofila-*a* e as formas de peso seco oscilaram durante todo o experimento, mas não seguiram o mesmo padrão. Os teores de clorofila-*a* apresentaram dois picos de elevada concentração, o primeiro foi obtido após quatro semanas de exposição do substrato e o segundo, no 83° dia. O peso seco total, o peso seco livre de cinzas e a porcentagem de cinzas apresentaram apenas um pico de concentração. O peso seco total e o peso seco livre de cinzas apresentaram o mesmo padrão, com apenas um pico, registrado após 69° de colonização. Por sua vez, o pico de porcentagem de cinzas foi no 83° dia.

Em termos de clorofila-*a*, o período de quatro semanas foi suficiente para o estabelecimento da

comunidade perifítica. Este foi o tempo necessário para a comunidade ser considerada madura e com padrão uniforme de colonização.

O conhecimento do tempo necessário para a estabilização da comunidade perifítica é de grande importância e deve ser levado em consideração, principalmente nas formas de criação com base nesta comunidade. A aquicultura baseada na comunidade perifítica é uma abordagem que possibilita a prática da criação de forma ecológica, e pode colaborar com o desenvolvimento de estratégias para o manejo sustentável dos sistemas. A contribuição na utilização de alimentos naturais na aquicultura implica na diminuição de custos para o produtor, com a redução de ração comercial, e para o ambiente, pela menor adição de nutrientes ao meio.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem aos biólogos e técnicos do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura-Nupélia e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, pelo suporte técnico, científico e logístico. Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado da primeira autora e de produtividade de LR. Esta pesquisa está inserida no Programa de Apoio a Núcleos de Excelência/Pronex, no projeto: "Avaliação da viabilidade econômica e ambiental de tanques-rede: rentabilidade e impactos ambientais com o cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*".

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. 2007 *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem. 501p.
- ALMEIDA, A.C.G. 2001 *Desenvolvimento da comunidade perifítica sobre substrato artificial em um Reservatório Paranaense*. Maringá. 28p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá).
- AYROSA, L.M.S.; FURLANETO, F.P.B.; AYROSA, D.M.R.; SUSSEL, F.R. 2005 *Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas*. *Aquicultura e Pesca*, São Paulo, 12: 27-32.
- AYROSA, D.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROSA, L.M.S. 2006 Regularização de projetos de cultivo de peixes em tanques-rede no estado de São Paulo. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 16 (94): 38-42.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; HUISMAN, E.A.; VERDEGEM, M.C.J. 2001a Optimization of stocking ratios of two Indian major carps, rohu *Labeo rohita* Ham. and catla *Catla catla* Ham. in a periphyton- based aquaculture system. *Aquaculture*, Amsterdam, 203: 33- 49.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; MILSTEIN, A.; VERDEGEM, M.C.J. 2001b Optimization of the fertilization rate for maximizing periphyton production on artificial substrates and the implications for periphyton- based aquaculture. *Aquaculture Research*, Oxford, 32: 749- 760.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; VERDEGEM, M.C.J. 2001c The potential of periphyton-based culture of two Indian major carps, rohu *Labeo rohita* Hamilton and *Labeo gonius* Linnaeus. *Aquaculture Research*, Oxford, 32: 209- 216.
- AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; RAHMAN, M.M.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M. 2002a Evaluation of polyculture of Indian major carps in periphyton-based ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 213: 131- 149.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J.; VAN DAM, A.A.; VAN ROOIJ, J.M.; BEVERIDGE, M.C.M. 2002b The effects of artificial substrates on freshwater pond productivity and water quality and the implications for periphyton- based aquaculture. *Aquatic Living Resources*, Paris, 15: 231-241.
- AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; MANTINGH, I.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M. 2003 Ingestion and utilization of periphyton grown on artificial substrates by Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.. *Aquaculture Research*, Oxford, 34: 85- 92.

- BICUDO, D.C.; NECCHI-JÚNIR, O.; CHAMIXAES, B.C.B. 1995 Periphyton studies in Brazil: present status and perspectives. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds) *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SLC. p. 37- 58.
- CACECI, T.; EL- HABBAC, H.A.; SMITH, S.A.; SMITH, B.J. 1997 The stomach of *Oreochromis niloticus* has three regions. *Journal of Fish Biology*, London, 50: 939- 952.
- CERRAO, G.C.; MOSQUINI-CARLOS, V.; SANTOS, M. J.; RIGOLIN, O. 1991 Efeito do enriquecimento artificial sobre a biomassa de perifíton em tanques artificiais na represa do Lobo Broa. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, 51: 71-78.
- DEMPSTER, P.; BEVERIDGE, M.C.M.; BAIRD, D.J. 1993 Herbivory in the tilapia *Oreochromis niloticus*: a comparison of feeding rates on phytoplankton and periphyton. *Journal of Biology*, New York, 43: 385- 392.
- FELISBERTO, S. A. 2007 *Algas perifítica sobre substrato artificial e natural no rio do Corvo (tributário do reservatório de Rosana): composição, abundância, biomassa e produtividade*. Maringá. 98p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá).
- FILHO, L. A.; RIBEIRO, R.P. 2006 Avaliação do desempenho de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em tanques-rede de pequeno volume, associado às avaliações das variáveis físico-químicas da água para a busca da sustentabilidade do sistema de produção. In: AGOSTINHO, A.A (Coord.) *Avaliação preliminar da viabilidade econômica e ambiental de cultivo de inverno de tilápia nilótica em tanques-rede*. Relatório complementar. PRONEX/Nupélia/Universidade Estadual de Maringá. p. 107- 110.
- FISH, G.R. 1960 The comparative activity of some digestive enzymes in the alimentary canal of tilapia and perch. *Hydrobiologia*, Dordrecht, 15 (1-2): 161- 178.
- GETACHEW, T. 1987 A study on na herbivorous fish, *Oreochromis niloticus* L. diet and its quality in two Ethiopian Rift Valley lakes, Awasa and Zwai. *Journal of Fish Biology*, London, 30: 439- 449.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analyses of Fresh water*. 2ª ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 215p.
- HEN, S. e AVIT, J.L.B. 1994 First results on 'acadja-enclos' as an extensive aquaculture system (west Africa). *Bulletin of Marine Science*, Lawrence, 55: 1038- 1049.
- HUCHETTE, S.M.H.; BEVERIDGE, M.C.M.; BAIRD, D.J.; IRELAND, M. 2000 The impacts of grazing by tilápias *Oreochromis niloticus* L. on periphyton communities growing on artificial substrates in cages *Aquaculture*, Amsterdam, 186: 45- 60.
- HUCHETTE, S.M.H. e BEVERIDGE, M.C.M. 2003 Periphyton-based cage aquaculture. In: AZIM, M.E.; BEVERIDGE, M.C.M., VAN DAM, A.A; VERDEGEM, M.C.J. (Eds.) *Periphyton: ecology, exploitation and management*. Cambridge: CABI Publishing, p. 237-245.
- JANA, S.N.; GARG, S.K.; PATRA, B.C. 2004 Effects of periphyton performance of grey mullet, *Mugil cephalus* Linn., in inland saline groundwater ponds. *Journal of Applied Ichthyology*, Berlin, 20: 110- 117.
- JÚLIO- JÚNIOR, H. F.; THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; LATINI, J.D. 2005 Distribuição e Caracterização de Reservatórios In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Orgs.) *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa. p.1-16.
- KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, B.; RAMESH, T.J.; VAN ROOIJ, J.M.; BEVERIDGE, M.C.M.; BAIRD, D.J.; VERDEGEM, M.C.J.; VAN DAM A.A. 2001 Use of artificial substrates to enhance the production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture Research*, Oxford, 32: 189- 197.
- KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, B.; RAMESH, T.J.; VAN DAM A.A.; BEVERIDGE, M.C.M; VERDEGEM, M.C.J. 2002 The effect of periphyton and supplemental feeding on the production of the indigenous carps *Tot khudree*

- and *Labeo fimbriatus*. *Aquaculture*, Amsterdam, 231: 207- 218.
- KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, B.; RAMESH, T.J.; VAN DAM A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; VERDEGEM, M.C.J. 2004 Effects of bamboo substrates and supplemental feeding on growth and production of hybrid red tilapia fingerlings *Oreochromis mossambicus* X *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, Amsterdam, 235: 303- 314.
- KIBRIA, G. e AHMED, K.K.U. 2005 Diversity of selective and non-selective fishing gear and the impact on inland fisheries in Bangladesh. *NAGA. World Fish Centers Newsletter*, Penang, 28: 43- 48.
- LEGENDRE, M.; HEM, S.; CISSE, A. 1989 Suitability of brackish water tilápias species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture. II- Growth and rearing methods. *Aquatic Living Resources*, Paris, 2: 81- 89.
- MARENGONI, N.G. 2006 Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, 55(210): 127-138.
- MILSTEIN, A.; AZIM, M.E; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J. 2003 The effects of periphyton, fish and fertilizer dose on biological process affecting water quality in earthen fish ponds. *Environmental Biology of Fishes*, Dordrecht, 68: 247- 260.
- MOSCHINI-CARLOS, V. 1996 *Dinâmica e estrutura da comunidade perifítica substratos artificial e natural, na zona de desembocadura do rio Paranapanema, represa Jurumirim, SP*. São Carlos. 172p. (Tese Doutorado. Universidade Federal de São Carlos).
- MOSCHINI-CARLOS, V.; HENRY, R.; POMPÊO, M.L.M. 2000 Seasonal variation of biomass and productivity of the periphyton community on artificial substrata in the Jurumirim Reservoir São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, 434: 35-40.
- NORBERG, J. 1999 Periphyton fouling as a marginal energy source in tropical tilapia cage farming. *Aquaculture Research*, Oxford, 30: 427- 430.
- NUÑER, A.P.O. Limnologia e piscicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 10.; Ilhéus, 24-29/jul./2005. *Anais...v.33*, p. 3-5.
- POMPÊO, M.L.M. e MOSCHINI-CARLOS, V. 2003 *Macrófitas aquáticas e perífiton, aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos: RiMa. 134p.
- RAMESH, M.R.; SHANKAR, K.M.; MOHAN, C.V.; VARGHESE, T.J. 1999 Comparison of three plat substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. *Aquaculture Engineering*, Amsterdam, 19: 119- 131.
- SAMPAIO, J.M.C. e BRAGA, L.G.T. 2005 Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa - Floresta Azul- Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 6(2): 45- 52.
- SCHWARZBOLD, A. 1990 Métodos Ecológicos Aplicados ao Estudo do Perífiton. *Acta Limnológica Brasiliensia*, Botucatu, 3: 545-592.
- STEVENSON, J. R. 1996 An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: STEVENSON, J. R.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Eds) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press. p.3-30.
- UDDIN, M.S.; AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J. 2006 The potential of mixed culture of genetically improved farmed tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* in periphyton-based systems. *Aquaculture Research*, Oxford, 37: 241- 247.
- UDDIN, M.S.; FARZANA, A.; FATEMA, M.K.; AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J. 2007 Technical evaluation of tilapia *Oreochromis niloticus* monoculture and tilapia-prawn *Macrobrachium rosenbergii* polyculture in earthen ponds with and without substrates for periphyton development. *Aquaculture*, Amsterdam, 269: 232- 240.
- VAN DAM, A.A. e VERDEGEM M.C.J. 2005 Utilization of Periphyton for Fish Production in Ponds: a Systems Ecology Perspectives. In: AZIM, M.E.; BEVERIDGE, M.C.M., VAN DAM, A.A.; VERDEGEM, M.C.J. (Eds).

Periphyton: ecology, exploitation and management. Cambridge: CABI Publishing, p. 91-112.

WAHAB, M.A. e KIBRIA, G. 1994 Katha and kua fisheries- unusual fishing methods in Bangladesh. *Aquaculture News*, Stirling, 18: 24.

WAHAB, M.A.; AZIM, M.E., ALI, M.H.; BEVERIDGE, M.C.M.; KHAN, S. 1999 The potential of periphyton-based culture of the native major carp calbaush, *Labeo calbasu* Hamilton. *Aquaculture Research*, Oxford, 30: 409- 419.

WETZEL, R.G. 1983 Recommendation for future research on periphyton. In: WETZEL, R.G. (Eds.). *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, p. 339- 346.