



# O EFEITO DA TILÁPIA DO NILO EM AMBIENTES EUTROFIZADOS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ - RN

G.B.C. Paterno<sup>1</sup>

L.H.T.Pinto<sup>2</sup>

1 - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Campus Universitário, BR 101 s/n, 59072 - 970, Natal, Brasil. Telefone: 55 84 91657005-aspessoasmudam@gmail.com

2 - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Campus Universitário, BR 101 s/n, 59072 - 970, Natal, Brasil. Telefone: 55 84 91488527

## INTRODUÇÃO

O processo de eutrofização artificial pode ser caracterizado pelo enriquecimento por nutrientes, principalmente o fósforo (P) e o nitrogênio (N), dos corpos hídricos, através das atividades humanas. Esse processo está intimamente relacionado com o aumento da população, do uso de insumos agrícolas, da erosão dos solos e da industrialização e pode causar sérias conseqüências para a composição biológica e para qualidade da água dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). No caso do nordeste brasileiro, principalmente no semi - árido, o problema se agrava devido às características ambientais da região, como o regime pluviométrico irregular, poucos rios perenes, solos pobres e rasos, altas taxas de evapotranspiração e elevada temperatura do ar, resultando assim, em uma escassez generalizada no fornecimento de água de qualidade para o consumo humano (Eskinazi - Sant'Anna *et al.*, 2006).

Para o Rio Grande do Norte, a situação é extremamente preocupante, pois o abastecimento de água do estado é baseado em reservatórios artificiais rasos (açudes), que em sua grande maioria encontram - se em estados eutrofizados ou hiper - eutrofizados (Eskinazi - Sant'Anna *et al.*, 2006). Além disso, muitos destes açudes já apresentam níveis elevados de metais pesados e comunidades de cianobactérias possivelmente tóxicas que se proliferam com rapidez em ambientes produtivos, proporcionando um grande risco para saúde da população local e a perda da qualidade da água (Panosso *et al.*, 2007).

Neste contexto, o controle da qualidade da água é essencial, sendo necessário o desenvolvimento de políticas públicas eficientes e integradas para superar esse desafio de manutenção e recuperação dos reservatórios artificiais do estado, para que estes possuam uma água dentro dos padrões de qualidade estabelecidos no país (Portaria MS n<sup>o</sup> 518/2004 e Resolução do CONAMA n<sup>o</sup> 357/2005) e não ofereçam riscos à saúde da população que depende diretamente destes recur-

sos (Panosso *et al.*, 007).

Para isso é preciso reconhecer que o entendimento das interações ecológicas nestes ecossistemas é extremamente importante para um manejo que vise proporcionar uma melhoria na qualidade da água. De um modo geral, em um ambiente eutrofizado, as cianobactérias levam vantagem na competição com outros organismos autotróficos, devido principalmente a capacidade destes organismos fixarem nitrogênio diretamente da atmosfera, elemento que se torna limitante com o excesso de fósforo proveniente de fontes humanas, promovendo assim, florações de cianobactérias e, muitas vezes, a liberação de cianotoxinas na água (Tundisi, 2002; Conley *et al.*, 2009).

Além disso, estudos já demonstraram com clareza que peixes planctívoros interferem fortemente na dinâmica e na composição da comunidade planctônica (Lazzaro, 1987), muitas vezes aumentando a biomassa total de fitoplâncton e mudando sua composição (Scheffer, 2004). Porém, a importância relativa dos mecanismos responsáveis por essas influências permanecem incertas (Attayde & Hansson, 2001a, Figueredo & Giani, 2005). Um exemplo destas incertezas é que, ao contrário do que se pensava, Attayde & Hansson (2001b) demonstraram que peixes planctívoros também podem influenciar a composição e a biomassa de cianobactérias e clorófitas através da ciclagem de nutrientes (mecanismo ascendente) e não apenas pela predação do zooplâncton (mecanismo descendente). Neste sentido, faz - se necessário entender com mais precisão como se dão tais interações, para que, a partir deste entendimento, surjam propostas de biomanipulação que gerem resultados efetivos no controle e na melhoria da qualidade da água, evitando assim, efeitos inesperados de degradação ambiental (Figueredo & Gianini, 2005).

## OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo testar o efeito do enriquecimento por nutrientes, da presença de peixes (alevinos e juvenis) e da interação entre estes fatores sobre a biomassa fitoplanctônica.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo e Desenho Experimental

O experimento foi conduzido durante 4 semanas, entre 28 de março e 2 maio de 2009, na estação de piscicultura da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), localizada no município de Macaíba-Rio Grande do Norte (figura 1). A EAJ foi criada em 1949 e hoje pertence à UFRN-Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Para realização do experimento foram utilizados 24 mesocosmos feitos de vibra de vidro, abertos para atmosfera, com capacidade de 250L e dispostos linearmente na estação de piscicultura da EAJ.

O desenho do experimento foi bi - fatorial e composto por 6 tratamentos: 1<sup>o</sup> - (C): sem adição de nutrientes ou peixes (Controle); 2<sup>o</sup> - (A): sem adição de nutrientes e com adição de peixes alevinos; 3<sup>o</sup> - (J): sem adição de nutrientes e com adição de peixes juvenis; 4<sup>o</sup> - (N): com adição de nutrientes e sem adição de peixes; 5<sup>o</sup> - (NA): com adição de nutrientes e peixes alevinos; 6<sup>o</sup> - (NJ): com adição de nutrientes e peixes juvenis. Cada tratamento teve 4 réplicas alocadas aleatoriamente nos 24 mesocosmos contendo a água do tanque de cultivo da estação de piscicultura da EAJ e sua respectiva comunidade planctônica.

O peixe utilizado foi a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757)), considerando os alevinos <5cm e os juvenis >5cm. Os tratamentos tiveram a biomassa de peixes (juvenil x alevino) igualada através do aumento no número de peixes alevinos colocados nos tanques, sendo estocados 01 peixe juvenil e 05 alevinos para cada tratamento com adição de peixes. Os nutrientes adicionados foram o Nitrogênio e o Fósforo nas formas químicas inorgânicas de Nitrato de Sódio (NaNO<sub>3</sub>) e Fosfato de Potássio Monobásico Anidrido (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>). As concentrações de nutrientes adicionadas foram 1000 µg N.L - 1 e 100 µg P.L - 1 respectivamente. Durante todo o experimento foram adicionados nos tratamentos N, NJ e NA 100 ml, semanalmente, da solução de nutrientes nas concentrações descritas acima.

### Coleta dos dados

Durante o experimento foram coletadas amostras semanais dos 24 tanques (150 ml), incluindo uma amostra no momento inicial do experimento, somando assim, 5 amostras totais. As amostras foram coletadas, após a água dos mesocosmos serem homogeneizadas com o uso de canos de PVC, em garrafas pet sem qualquer tipo de filtração, no intuito de manter a comunidade planctônica em sua integridade.

A concentração de clorofila α foi determinada por meio de um espectrofotômetro após a filtração das amostras em filtros Whatman 934 - AH e extração da clorofila com etanol P.A. 95% à temperatura ambiente por 18 horas (Jespersen & Christoffersen, 1987).

### Análise estatística

Uma ANOVA *one way* foi realizada para certificar que as concentrações de clorofila α, em todos os tratamentos, eram

iguais no início do experimento. Para analisar o efeito dos tratamentos ao final do experimento, foi realizada uma ANOVA *one way* das concentrações de clorofila α na quarta semana. Para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos foi realizado o teste *Post Hoc* de Tukey. Os testes foram realizados com um nível de significância de α = 0,05. Foi utilizado o programa SYSTAT 12 (Systat Software) para realizar as análises citadas.

## RESULTADOS

Os resultados da ANOVA *one way*, para os dados iniciais de clorofila α, indicaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos (MS = 177.963, F = 0.809, r<sup>2</sup> = 0.183, p = 0.559), validando assim, a igualdade das condições iniciais do experimento. A ANOVA *one way*, dos dados finais do experimento (quarta semana), revelou que os tratamentos tiveram um efeito altamente significativo sobre a concentração de clorofila α (MS = 1.143.363.877, F = 49.335, r<sup>2</sup> = 0.932, p < 0.001), explicando 93% da variância dos dados. As médias na concentração de clorofila α (µg/L) encontradas no tempo inicial do experimento (T0) e no tempo final do estudo (T4), respectivamente para os tratamentos C,A,J,N,NA,NJ, foram: T0 = 43.168, T4 = 129.496 (C); T0 = 58.800, T4 = 200.764 (A); T0 = 46.737, T4 = 210.432 (J); T0 = 58.650, T4 = 804.182 (N); T0 = 52.607, T4 = 1.203.982 (NA); T0 = 55.907, T4 = 1.308.004 (NJ).

O teste *Pos Hoc*de Tukey mostrou que não houve diferença significativa entre o tratamento controle (C) e os tratamentos com adição de alevinos (A) e com adição de juvenis (J) (C - A p = 0.984; C - J p = 0.972), apesar destes terem apresentado uma tendência de aumento em relação ao controle (C). Como o fator peixe não foi significativo nos dois tratamentos (com alevinos e com juvenis) em relação ao controle, entendemos que o efeito isolado da tilápia sobre a concentração de clorofila α não foi significativo e que o tratamento com alevinos (A) não diferiu do tratamento com juvenis, como indicou o teste de Tukey (A - J p = 1). Já o tratamento com nutrientes (N) foi significativamente diferente em relação ao controle (C) (C - N p < 0.001) e em relação a todos os outros tratamentos (N - A p < 0.001, N - J p < 0.001, N - NA p = 0.017, N - NJ p = 0.002). Apesar dos tratamentos com peixe e nutrientes (NA, NJ) não apresentarem diferenças entre si (NA - NJ p = 0.923), estes, foram significativamente diferentes dos tratamentos controle (C) e com adição de nutrientes (N).

De um modo geral, os nutrientes tiveram um forte efeito sobre o crescimento do fitoplâncton, aumentando em média mais de 500µg/L de clorofila α em relação ao tratamento controle. Os tratamentos com peixes e sem nutrientes proporcionaram uma tendência de aumento da clorofila, mas não foram significativos. Porém, a tilápia do Nilo, quando colocada em conjunto com a adição de nutrientes (tratamentos NA e NJ), apresentou um efeito positivo e significativo sobre a concentração de clorofila α, indicando assim uma possível interação e sinergia entre a adição da tilápia e o enriquecimento por nutrientes (Até 500µg/L de clorofila α a mais nos tratamentos NA e NJ em comparação com o tratamento N, apenas com nutrientes). Entendemos então, que o efeito positivo do *O. niloticus* sobre o crescimento do

fitoplâncton intensifica - se e torna - se mais expressivo e significativo em ambientes enriquecidos por nutrientes.

Nossos resultados foram semelhantes a outros trabalhos experimentais que analisaram os efeitos da tilápia sobre o crescimento do fitoplâncton, indicando que este peixe exerce um efeito intensificador da eutrofização (Figueredo & Giani, 2005). Além disso, por a tilápia ser uma espécie exótica que se adaptou muito bem ao nordeste, possivelmente excluindo outros competidores nativos, esta pode se tornar uma praga quando introduzida, afetando negativamente tanto a comunidade biológica como a qualidade e a transparência da água (Attayde *et al.*, 2007)

Desta forma, apesar de existir um consenso no qual a tilápia pode retroalimentar positivamente a eutrofização, a importância relativa dos mecanismos ascendentes e descendentes que interferem neste processo permanece incerta (Figueredo & Giani, 2005, Attayde & Hansson, 2001a). Outra grande questão, pouco testada experimentalmente, é se existe um efeito sinérgico entre a tilápia do Nilo e a eutrofização? Em nosso experimento, pudemos observar uma tendência de sinergia (um aumento da concentração de clorofila no tratamento NJ e NA superior a soma dos tratamentos N com J e A), porém, outros estudos específicos para testar essa hipótese devem ser realizados, a fim de esclarecer melhor a ocorrência desta interação.

Especialmente para a gestão dos recursos hídricos superficiais do Rio Grande do Norte, os resultados obtidos neste trabalho se mostram extremamente importantes e úteis, no sentido de subsidiar ações e políticas públicas voltadas para a restauração ecológica de açudes e recuperação da qualidade da água dos mesmos, principalmente quando se leva em consideração a ampla difusão da tilápia em tais reservatórios, a condição de eutrofização generalizada que encontramos nos açudes do estado, bem como um alto índice de florações de cianobactérias possivelmente tóxicas.

Neste contexto, Panosso *et al.*, . (2007) sugerem que a tilápia do Nilo pode ser utilizada em programas de biomanipulação de reservatórios, por ser um hábil consumidor de cianobactérias. Contudo, ainda existem fatores importantes para serem avaliados antes que programas deste tipo sejam implementados nos açudes do Rio Grande do Norte, como o processo de ictioeutrofização e o acúmulo de cianotoxinas na biomassa dos peixes.

## CONCLUSÃO

Em resumo, concluímos que a adição de nutrientes provoca um grande aumento na biomassa de fitoplâncton, porém, quando adicionalmente a este fator existe também a presença da tilápia do Nilo, este aumento na biomassa de organismos autotróficos é muito intensificado, podendo desta forma, causar sérias conseqüências para a qualidade da água de reservatórios rasos em uma interação sinérgica da adição de nutrientes (eutrofização) com a presença da tilápia. Além disso, também concluímos que, para a realidade dos reservatórios do Rio Grande do Norte, em sua maioria eutrofizados, o uso da tilápia do Nilo em programas de biomanipulação deve ser feito com cautela, pois, nossos resultados mostraram que esta espécie, apesar de potencialmente reduzir a biomassa de cianobactérias (Panosso *et al.*, ., 2007), pode intensificar o enriquecimento do ambiente através da ictioeutrofização e de suas interações tróficas.

Por fim, sugerimos que estudos experimentais posteriores sejam desenvolvidos para testar a importância relativa do consumo de cianobactérias *versus* o processo de ictioeutrofização pela *Oreochromis niloticus*, visando desta forma, esclarecer a viabilidade do uso da tilápia em programas de biomanipulação.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer, primeiramente ao Professor José Luiz Attayde (UFRN), que foi orientador deste trabalho experimental e que sempre nos incentivou a produzir uma ciência crítica. Também agradecemos a UFRN, que disponibilizou sua área experimental para realizarmos este estudo. Por fim, agradecemos todos os alunos que cursaram a disciplina Ecologia Operacional VI (2009.1) e ajudaram na montagem experimental e discussão dos resultados deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Attayde, J.L., Hansson, L. The relative importance of fish predation and excretion effects on planktonic Communities. *Limnol. Oceanogr.*, 46(5), 2001, 1001–1012. 2001a.
- Attayde, J.L., Hansson, L. Fish - mediated nutrient recycling and the trophic cascade in lakes. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 58: 1924–1931, 2001b.
- Attayde, J.L.; Iskin, M. & Carneiro, L. O papel da onivoria na dinâmica das cadeias alimentares. *Oecologia Brasiliensis*, 10 (1): 69 - 77, 2007.
- Conley, D.J.; Pearl, H.W.; Howarth, R.W.; Boesch, D.F.; Seitzinger, S.P.; Havens, K.E.; Lancelot, C.; Likens, G.E. Controlling eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. *Science*, 323: 1014 - 1015, 2009
- Eskinazi - Sant'Anna, E.M., Panosso, R.F., Attayde, J.L., Costa, I.A.S., Santos, C.M., Araújo, M.F.F. Águas potáveis: Oasis ameaçados. *Ciência Hoje*, vol 39, n<sup>o</sup>233, 68 - 71, 2006.
- Figueredo, C.C., Gianini, A. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshwater Biology* 50, 1391–1403, 2005.
- Jespersen, A.M., Christoffersen, K. Measurements of chlorophyll - a from phytoplankton using ethanol as extraction solvent. *Arch. Hydrobiol.* 109: 445 - 454, 1987.
- Lazaro, X. A review of planktivorous fishes: Their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hidrobiologia* 146: 97 - 167, 1987.
- Panosso, R.F., Costa, I.A.S., Souza, N.R., Attayde, J.L., Cunha, S.R.S., Gomes, F.C.F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*. *Oecol. Bras.*, 11 (3): 433 - 449, 2007.
- Scheffer, M. *Ecology of shallow lakes*. Springer, 2004, 357p.
- Esteves, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, Rio de Janeiro, 1998, 464p.
- Tundisi, J.G. *Água no século XXI: Enfrentando a escassez*. RIMA, 2<sup>o</sup> Ed., São Carlos, 2005, 248p.
- Valderrama, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10: 109 - 122, 1981.