



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

VI-046 - AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM ALGUMAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO SEMI-ÁRIDO DE PERNAMBUCO

Gustavo Lira de Melo⁽¹⁾

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Bolsista PIBIC/FACEPE. Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

Claudia da Costa Lima Neves

Engenheira Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestrado em Tecnologia de Processos Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

Maria do Carmo Sobral

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Doutora em Planejamento Ambiental pela Universidade Técnica de Berlim, Alemanha. Professora do Depto de Engenharia Civil da UFPE.

Alexander Sperlich

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Técnica de Berlim. Bolsista do programa UNIBRAL/DAAD.

Renato José dos Reis Molica

Biólogo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Doutor em Ciências Biológicas pelo IBCCF- UFRJ. Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP): Av. Prof. Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50740-540 - Brasil - Tel: (81) 3272-4264



gustavo@itep.br

RESUMO

O fósforo tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização em rios e reservatórios no Brasil. Sua alta concentração no ambiente aquático é um dos fatores que contribuem para o processo de eutrofização desses ecossistemas. Este projeto teve como objetivo determinar a concentração do fósforo total (PT) em alguns reservatórios e rios localizados nas bacias dos rios Mundaú, Una, Capibaribe e São Francisco, os quais estão inseridos direta ou indiretamente nas cadeias produtivas de laticínios, indústria têxtil e fruticultura irrigada, respectivamente, do estado de Pernambuco. Foram realizadas coletas bimestrais na bacia do Capibaribe e trimestrais nas demais bacias, no período de agosto de 2002 a novembro de 2003. As amostras foram coletadas na superfície e fundo dos reservatórios e na superfície dos rios. Para a análise do PT as amostras foram oxidadas com persulfato de potássio e analisadas na forma de ortofosfato. Os valores mais elevados de PT foram encontrados na bacia do rio Capibaribe, com uma concentração média de 11500,0 μ g.L⁻¹ à jusante da cidade de Santa Cruz do Capibaribe. Na bacia do rio Una a concentração foi elevada nas três estações analisadas, sendo mais alta à jusante da cidade de Cachoeirinha com 5000,0 μ g.L⁻¹. Na nascente do rio Mundaú, a concentração de PT ficou abaixo do limite de detecção do método; já no reservatório Mundaú a concentração foi de 90,0 μ g.L⁻¹. Observou-se, de modo geral, um aumento das concentrações de PT na água dos canais de drenagem dos projetos e fazendas de fruticultura irrigada, em relação a encontrada nas estações de captação de água no rio São Francisco. A maioria dos rios e reservatórios das bacias estudadas estão eutrofizados em razão do aporte de esgotos urbanos e efluentes industriais e agrícolas, ricos em fósforo, lançados sem tratamento nesses sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Fósforo total, eutrofização, semi-árido, bacias hidrográficas e cadeias produtivas.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de organismos e pode ser um fator limitante da produtividade primária dos corpos d'água (Branco & Cavalcanti, 1999; Bicudo et al., 1999). A grande importância deste nutriente nos sistemas biológicos se deve a sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia e estruturação da membrana celular, entre outros (Esteves, 1998). O fósforo total agrupa todas as formas de fósforo que podem ser encontradas na água, seja como fósforo dissolvido (inorgânico e orgânico) ou como fósforo particulado (compondo organismos ou adsorvida aos agregados orgânicos).

Dentre as fontes naturais de fósforo têm-se as rochas da bacia de drenagem, material presente na atmosfera e o fósforo resultante da decomposição de organismos de origem alóctone. As fontes artificiais que mais lançam fósforo no meio ambiente são os esgotos domésticos e industriais e o material particulado de origem industrial contido na atmosfera (Esteves, 1998).

A alta concentração de fósforo total no ambiente aquático é um dos fatores que contribuem para eutrofização de rios e reservatórios. Entende-se como eutrofização o enriquecimento com nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada em lagos, represas e rios e são transformados em partículas orgânicas e matéria viva vegetal pelo metabolismo das plantas e microalgas (Tundisi, 2003).

O processo de eutrofização nos lagos, represas e rios causa um rápido desenvolvimento de plantas aquáticas e microalgas, especialmente cianobactérias, as quais podem produzir substâncias tóxicas que podem afetar a saúde do homem, causar a mortalidade de animais e/ou intoxicações (Tundisi, 2003). Um dos fatos mais graves relacionado às florações de cianobactérias ocorreu em uma clínica de hemodiálise na cidade de Caruaru-PE no ano de 1996, quando mais de 60 pacientes renais faleceram em razão da contaminação da água com microcistinas - hepatotóxina produzida por cianobactérias (Carmichael et al., 2001).

Huszar et al. (2000) encontraram uma alta concentração de fósforo total associada à abundância relativa de cianobactérias (*Cylindrospermopsis*, *Anabaena* e *Microcystis*), que foram dominantes durante 100% do ciclo anual nos reservatórios Poço da Cruz, Pão de Açúcar e Ingazeira (todos localizados no estado de Pernambuco). Bouvy et al. (2000), realizaram um estudo sobre a situação de 39 reservatórios do semi-árido de Pernambuco e concluíram que, baseado na concentração de fósforo total e clorofila-a, a maioria dos reservatórios estudados podem ser classificados como eutrófico ou hipereutrófico. Na Rússia, a maior parte do fósforo lançado nos corpos hídricos provém de efluentes municipais, que contribuem com 79% do fósforo total contido nestes corpos (Waters of Russia, 1996 apud Planejamento, 2001).

Em razão dos fatos apresentados, este projeto teve como objetivo avaliar a concentração de fósforo total em alguns rios e reservatórios localizados nas bacias dos rios Mundaú, Una, Capibaribe e São Francisco, os quais estão inseridos direta ou indiretamente nas cadeias produtivas da indústria de laticínios, têxtil e fruticultura irrigada, respectivamente, do estado de Pernambuco. A partir dos resultados obtidos, se espera contribuir para um diagnóstico mais preciso da atual qualidade da água e das condições ambientais dos rios e reservatórios do semi-árido do Estado, além de melhor avaliar os impactos causados pelas cadeias produtivas nestes locais.

ÁREA DE ESTUDO

Foram definidas 21 estações de coleta localizadas em quatro bacias hidrográficas - Mundaú/Una, Capibaribe e São Francisco -, que estão associadas as diferentes cadeias produtivas (Fig. 1). As estações de coleta foram definidas em reservatórios e rios (Tab. 1), localizados próximos as estações de captação de água para o abastecimento público e irrigação de culturas nos projetos e fazendas de fruticultura, e de descarga de efluentes domésticos e agro-industriais. Em razão da grande dimensão das bacias, foram selecionadas áreas menores e que estão mais diretamente envolvidas com as cadeias produtivas para a coleta de amostras.

MUNDAÚ/UNA

A bacia do rio Mundaú está localizada nos estados de Alagoas e Pernambuco, sendo a parte correspondente ao território pernambucano totalmente inserida na microrregião de Garanhuns. Nessa microrregião foram definidas três

estações de coleta. A bacia do rio Una, que representa um percentual de 6,32% da área do estado de Pernambuco, está inserida nas microrregiões do Vale do Ipojuca, Brejo Pernambucano e Mata Meridional Pernambucana. É utilizada para o abastecimento público, recepção de efluentes domésticos e agro-industriais. As estações de coletas foram definidas nas cidades de São Bento do Una, Cachoeirinha e Altinho (Tab. 1).

CAPIBARIBE

A bacia do Capibaribe está localizada na porção norte-oriental do estado de Pernambuco, é a maior bacia hidrográfica do agreste pernambucano. Integra diversas atividades industriais, como por exemplo: indústria alimentícia, têxtil, couro, bebidas, mecânica, metalúrgica, etc. As coletas de amostras de água foram realizadas em seis estações, sendo uma na cidade de Santa Cruz do Capibaribe, quatro na cidade de Toritama e uma no reservatório Jucazinho (Tab. 1).

SÃO FRANCISCO

A região estudada da bacia do São Francisco encontra-se totalmente localizada no estado de Pernambuco. Tem o uso do seu solo voltado para a ocupação urbana e industrial, policultura e agropecuária, áreas fruticultura irrigada e áreas de vegetação de caatinga (CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2004). As amostras de água foram coletadas em dois projetos e duas fazendas de fruticultura, totalizando nove estações de coleta (Tab. 1). Foram coletadas amostras nas estações de captação do rio São Francisco e nos canais de drenagem os quais captam o excesso da água utilizada na irrigação das culturas e que é lançada diretamente no rio São Francisco.

Figura 1: Localização das cadeias produtivas no estado de Pernambuco.

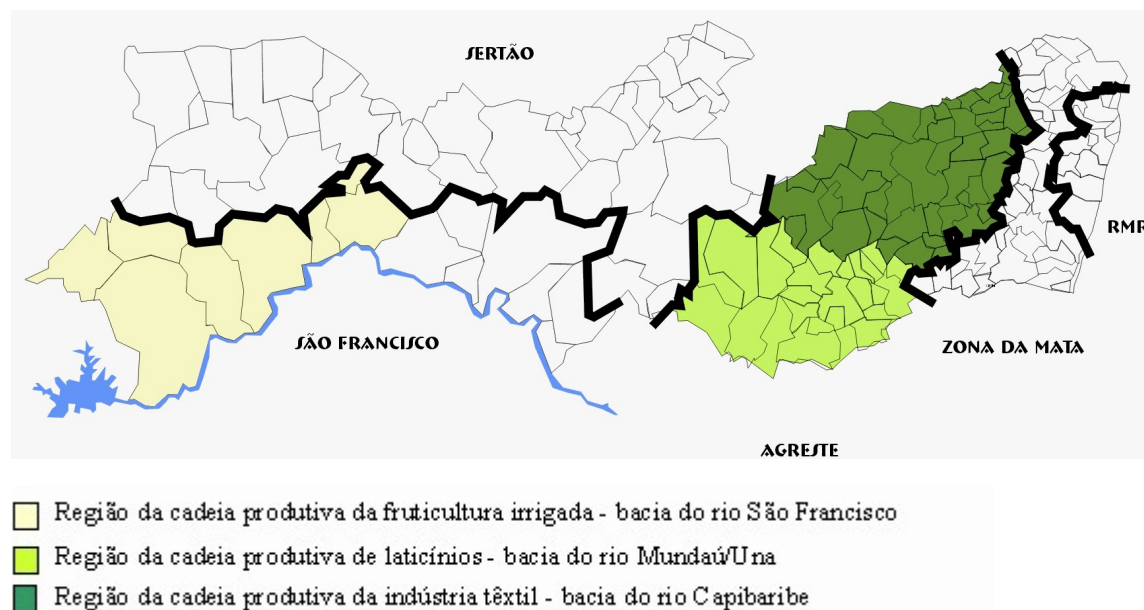


Tabela 1. Localização e coordenada das estações estudadas nas quatro bacias hidrográficas e as cadeias produtivas a elas associadas.

Cadeia produtiva de laticínios		
Bacia do Mundaú		
Estações	Coordenadas	Localização
LT 01	S 08° 56,7' 93'' e W 36° 29,5' 95''	Nascente do rio Mundaú, cidade de Garanhuns
LT 02	S 08° 56,7' 93'' e W 36° 29,5' 95''	Reservatório Mundaú, cidade de Garanhuns
LT 03	S 09° 07' 52,6'' e W 36° 18' 41,2''	À jusante da cidade de Correntes
Cadeia produtiva de laticínios		
Bacia do Una		
Estações	Coordenadas	Localização
LT 04	S 08° 31,568' e W 36° 27,6' 70''	À montante da cidade de São Bento do Una
LT 05	S 08° 27,2' 88'' e W 36° 13,8' 68''	À jusante da cidade de Cachoeirinha
LT 06	S 08° 28,7' 37'' e W 36° 03,5' 15''	À jusante da cidade de Altinho
Cadeia Produtiva da indústria têxtil		
Bacia do Capibaribe		
Estações	Coordenadas	Localização
TX 02	S 07° 57' 41,9'' e W 36° 11' 29,0''	À jusante da cidade de Santa Cruz do Capibaribe
TX 03	S 08° 00' 52,3'' e W 36° 05' 40,7''	À montante da cidade de Toritama
TX 04	S 08° 01' 00,4'' e W 36° 03' 45,9''	Captação da lavanderia 1 - Toritama
TX 05	S 08° 01' 00,4'' e W 36° 03' 45,9''	À jusante da lavanderia 1 - Toritama
TX 06	S 08° 00' 21,0'' e W 36° 01' 41,5''	À jusante da cidade de Toritama
TX 07	S 07° 57' 57,9'' e W 35° 44' 33,6''	Reservatório Jucazinho
Cadeia produtiva da Fruticultura Irrigada		
Bacia do São Francisco		
Estações	Coordenadas	Localização
VF 01	S 9° 07' 16,9'' e W 40° 18' 34,89''	Captação do Projeto de fruticultura 1
VF 03	S 09° 07' 43,2'' e W 40° 17' 37''	Dreno do Projeto de fruticultura 1
VF 04	S 09° 22' 16,8'' e W 40° 48' 16,2''	Captação do Projeto de fruticultura 2 - Sobradinho
VF 05	S 09° 22' 16,8'' e W 40° 48' 16,2''	Dreno do Projeto de fruticultura 2 - Riacho Vitória
VF 06	S 09° 05' 11,1'' e W 40° 08' 49,2''	Captação da Fazenda de fruticultura 1 - cidade de Lagoa Grande
VF 07	S 09° 04' 21,6'' e W 40° 08' 40,7''	Dreno da Fazenda de fruticultura 1 - cidade de Lagoa Grande
VF 08	S 9° 02' 19,4'' e W 39° 57' 21,3''	Captação da Fazenda de fruticultura 2 - cidade de Sta Maria da Boa Vista
VF 09	S 09° 59' 19,3'' e W 39° 59' 46,5''	Dreno da Fazenda de fruticultura 2 - cidade de Sta Maria da Boa Vista
VF 10	S 09° 01' 39,7'' e W 39° 56' 54''	À jusante da Fazenda de fruticultura 2 - Rio São Francisco

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas bimestrais na bacia do Capibaribe e trimestrais nas demais bacias no período de agosto 2002 a novembro de 2003. As amostras foram coletadas na superfície e fundo dos reservatórios e na superfície dos rios. Para as coletas de profundidade, foi utilizada uma garrafa de Van Dorn. As amostras de superfície foram coletadas em

recipientes plásticos de 2 litros (previamente lavados com a própria amostra) e transferidas para frascos de vidro âmbar. Após a coleta, as amostras foram transportadas para o laboratório sob refrigeração e posteriormente armazenadas a uma temperatura $< 4^{\circ}\text{C}$ até realização das análises.

O fósforo total (PT) foi determinado após sua oxidação a ortofosfato (PO_4^{3-}). Para isso, 15,0 mL das amostras foram transferidos para tubos de ensaio, aos quais adicionou-se 1,2 mL de solução oxidante de persulfato de potássio 0,18M. Em seguida, foram autoclavadas a 121°C por 30 minutos (Grasshoff (1979) modificado por Bouvy et al. (2000)). Após oxidação e esfriamento, as amostras foram transferidas para balões volumétricos e os seus volumes completados para 25,0 mL com água ultra-pura. Uma alíquota de 10,0 mL foi utilizada para determinação do PO_4^{3-} segundo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2000).

A cada dia de análise foi construída uma curva padrão com soluções em concentrações de 50,0, 100,0, 200,0 e 400,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$, preparadas a partir de uma solução padrão (Padrão Fosfato IsoSol 1000,0 mg.L^{-1} - rastreado ao SRM 3186 NIST-USA). A concentração de PT das amostras na forma de PO_4^{3-} foi calculada pela equação da reta obtida a partir dos valores da densidade óptica dos padrões versus suas concentrações.

Com o objetivo de garantir a confiabilidade dos resultados foi realizada uma avaliação de desempenho da metodologia de análise para as condições de trabalho. Foi realizado teste de repetitividade utilizando soluções padrão em sete níveis de concentração, cada nível em quadruplicata, seguindo o mesmo processo de análise do PT. Para cada nível de concentração calculou-se o coeficiente de variação (%) da leitura da absorbância.

Os limites de detecção (LD) (equação 1) e determinação (LDT) (equação 2) do método foram calculados após leitura de pelo menos 10 brancos preparados com 10,0 mL de água ultra-pura, utilizando-se as fórmulas descritas abaixo:

$$\text{LD} = \bar{X} + 3 \times \text{DP} \quad (\text{equação 1})$$

—

$$\text{LDT} = \bar{X} + 6 \times \text{DP} \quad (\text{equação 2})$$

Em que,

—

$\bar{X}$ é a média aritmética das absorbâncias dos brancos e DP o desvio padrão das absorbâncias dos brancos. Os limites de detecção (LD) e de determinação (LDT) do método foram 14,5 e 23,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BACIA DO RIO MUNDAÚ

Na estação de coleta LT 01, nascente do rio Mundaú, localizado na cidade de Garanhuns (Tab. 1), as concentrações de PT ficaram abaixo do limite de detecção do método (Fig. 2). O reservatório Mundaú (LT 02) apresentou uma concentração média de PT maior no fundo (90,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$) do que na superfície (30,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Fig. 2). Durante o presente estudo, baixas concentrações de oxigênio, e até mesmo condições de anoxia, foram observadas no fundo do reservatório, o que favorece a liberação do fósforo do sedimento (Esteves, 1998). O reservatório Mundaú recebe efluentes gerados pelas indústrias de laticínios, bem como esgotos urbanos, sendo estas as principais fontes de fósforo para este reservatório.

Nos meses de maio e outubro de 2003 foi verificada a ocorrência de florações tóxicas de cianobactérias no reservatório Mundaú com predominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cunha, comunicação pessoal), o que sugere que este reservatório está em processo de eutrofização. Concentrações elevadas de fósforo total (entre 50 e 660 $\mu\text{g.L}^{-1}$) em alguns reservatórios brasileiros foram associadas a ocorrência de florações de cianobactérias naqueles sistemas (Sant'Anna & Azevedo 2000).

À jusante da cidade de Correntes (LT 03) (Tab. 1), a concentração de PT não aumentou em relação ao reservatório Mundaú (LT 02) (Fig. 2), apesar dos efluentes sem tratamento gerados por aquela cidade serem lançados diretamente no rio Mundaú. Provavelmente, as contribuições de outros afluentes do rio Mundaú, menos impactados, proporcionam uma diluição na concentração do fósforo total. Outro fator que pode ter contribuído para a redução do PT foi a retenção do mesmo pelo sedimento (Esteves, 1998).

BACIA DO RIO UNA

Os resultados mostraram concentrações elevadas de PT nas três estações (LT 04, LT 05 e LT 06) desta bacia. Na cidade de São Bento do Una (Tab.1), estação mais à montante entre as avaliadas, a concentração média de PT foi de 4100,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Fig. 3). Nas cidades de Cachoeirinha (LT 05) e Altinho (LT 06) a concentração de PT manteve-se elevada, sendo os valores médios de 5000,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e 3800,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ respectivamente (Fig. 3).

De uma forma geral, o lançamento de esgotos urbanos diretamente no leito rio foi a maior fonte de poluição desta bacia. As variações das concentrações observadas entre as três estações devem-se provavelmente às contribuições de diferentes afluentes ao longo do rio Una.

Figura 2: Média das concentrações de PT nas estações estudadas na bacia do rio Mundaú referente as coletas realizadas nos meses de agosto e novembro de 2002 e fevereiro, maio, agosto e novembro de 2003. Na nascente do rio Mundaú a concentração de PT foi abaixo do limite de detecção do método.

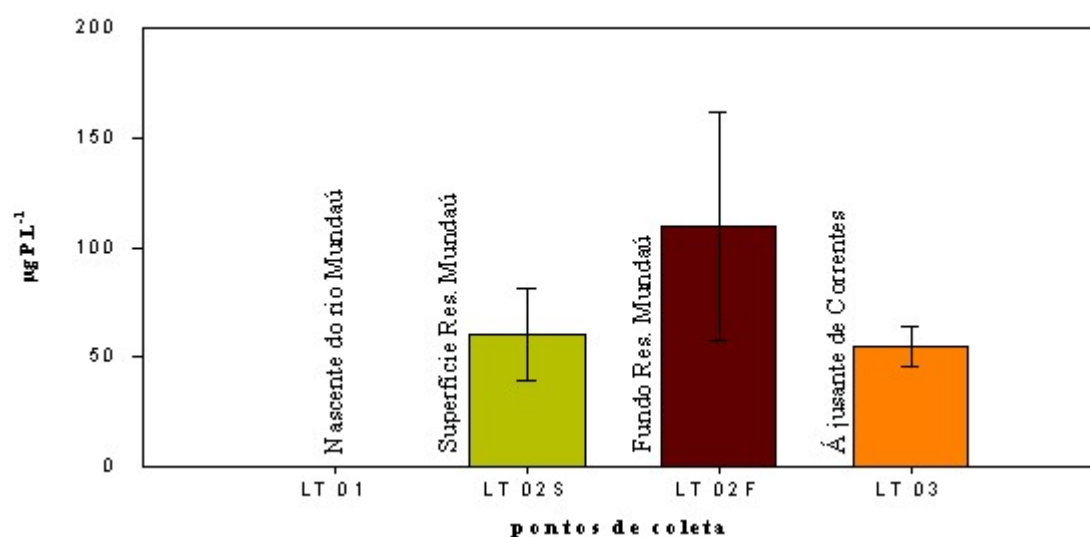
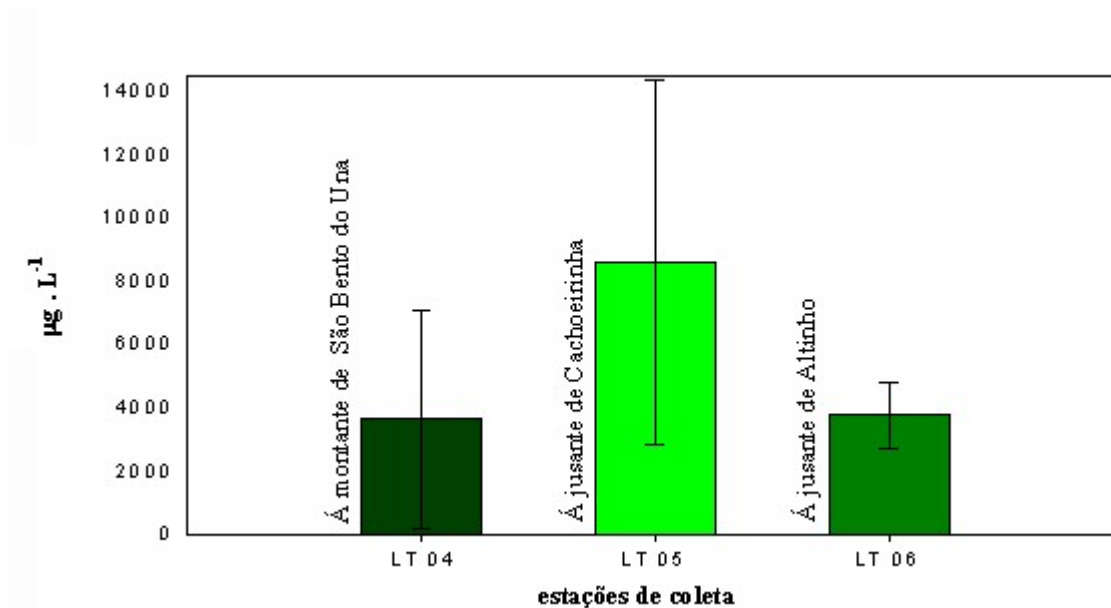


Figura 3: Média das concentrações de PT na bacia do rio Una referente as coletas realizadas nos meses de agosto e novembro de 2002 e fevereiro, maio, agosto e novembro de 2003.



BACIA DO RIO CAPIBARIBE

Na estação TX 02, à jusante da cidade de Santa Cruz do Capibaribe (Tab. 1), a concentração média de PT foi de 11500,0 μ g.L⁻¹ (Fig. 4). Nas quatro estações seguintes (TX 03, TX 04 e TX 05), que começa à montante e vai até à jusante da cidade de Toritama (Tab. 1), a concentração de PT aumentou à medida que o rio Capibaribe atravessou a cidade (Fig. 4). A concentração média à montante da cidade foi de 3996,4 μ g.L⁻¹ e à jusante de 8306,4 μ g.L⁻¹, sendo estas concentrações menores do que na estação (TX 02). Os esgotos domésticos e industriais, principalmente das lavanderias de jeans da região, lançados sem tratamento foram as principais causas da concentração elevada do PT nessa região do rio Capibaribe.

O ponto TX 07, reservatório Jucazinho (Tab. 1), formado pelo barramento do rio Capibaribe e que foi recentemente inaugurado (fevereiro de 1998), pode ser considerado eutrófico de acordo com a classificação do estado trófico de lagos da OECD (Rast et al., 1989) baseada na concentração de PT. A concentração média de PT nesse reservatório foi de 86,0 μ g.L⁻¹ na superfície e de 300,0 μ g.L⁻¹ no fundo do reservatório (Fig. 4).

Os efluentes domésticos e industriais das cidades de Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, ambas localizadas à montante do reservatório Jucazinho, são fontes potenciais de eutrofização desse sistema, em razão da grande quantidade de fósforo que é lançado no rio Capibaribe.

No período do estudo, as cianobactérias foram dominantes no reservatório Jucazinho, com predominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cunha, comunicação pessoal). Como mencionado anteriormente, a ocorrência de florações desse gênero no Estado de Pernambuco tem sido frequentemente associada a ecossistemas aquáticos eutrofizados (Bouvy et al. 2000; Huszar et al. 2000).

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Os resultados mostraram um aumento das concentrações de PT nos canais de drenagem do projeto 2 e das duas fazendas de fruticultura em relação as estações de captação de água no rio (Fig. 5). O maior aumento foi na fazenda de fruticultura 2 (VF 08 e VF 09), onde foi encontrada uma concentração média de 32,0 μ g.L⁻¹ na estação de captação e de 990,0 μ g.L⁻¹ no canal de drenagem. Provavelmente o excesso de fertilizantes e/ou agrotóxicos (organofosforados) utilizados nos cultivos, e que são carregados pela água da irrigação, sejam responsáveis pelo aumento na concentração de PT nos canais de drenagem.

Na estação VF 10, a mais à jusante no rio São Francisco dentre as avaliadas (Tab. 1), não foi observado variação da concentração de PT (Fig. 5) em relação ao primeiro ponto de coleta (VF 04). Vários fatores podem estar contribuindo para a manutenção dos níveis de PT no rio São Francisco, como a diluição causada pelo grande volume de água e/ou o aprisionamento do fósforo no sedimento (Esteves, 1998).

Diante desses resultados, torna-se necessário um controle da quantidade de fósforo lançada no rio São Francisco, não só pelas fazendas e projetos, mas daqueles provenientes de efluentes domésticos, para evitar um aumento do estado trófico do rio, prevenindo diversos problemas, tais como florações de microalgas, perda da qualidade de água, etc.

Figura 4: Média das concentrações de PT na bacia do rio Capibaribe referente as coletas realizadas nos meses de agosto, outubro e dezembro de 2002 e fevereiro, abril, junho, agosto e outubro de 2003.

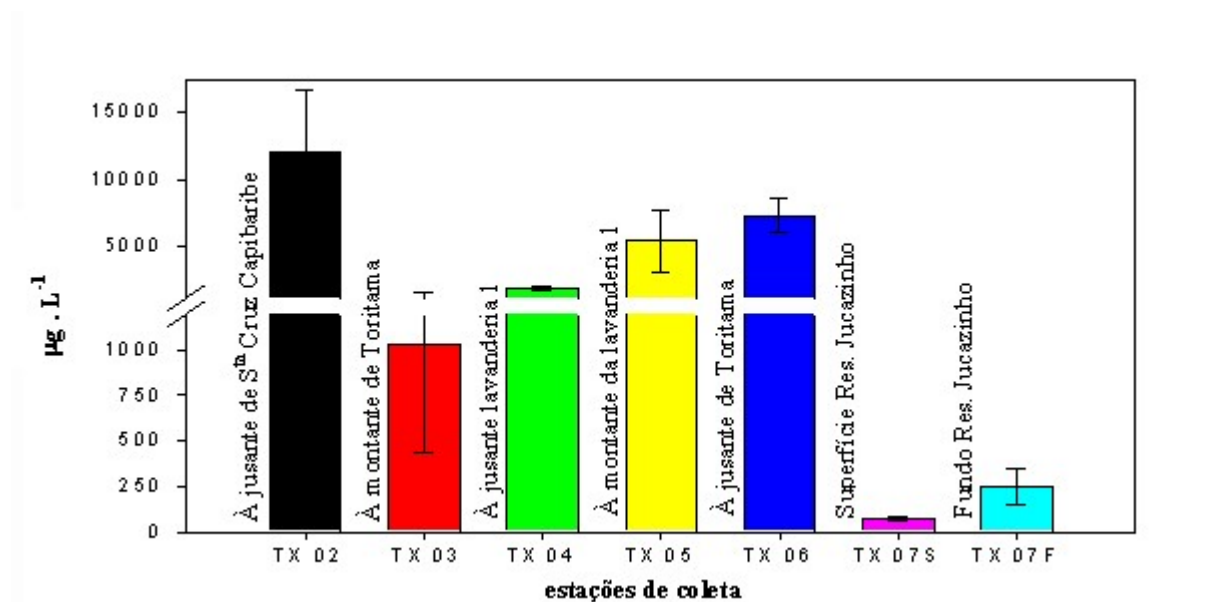
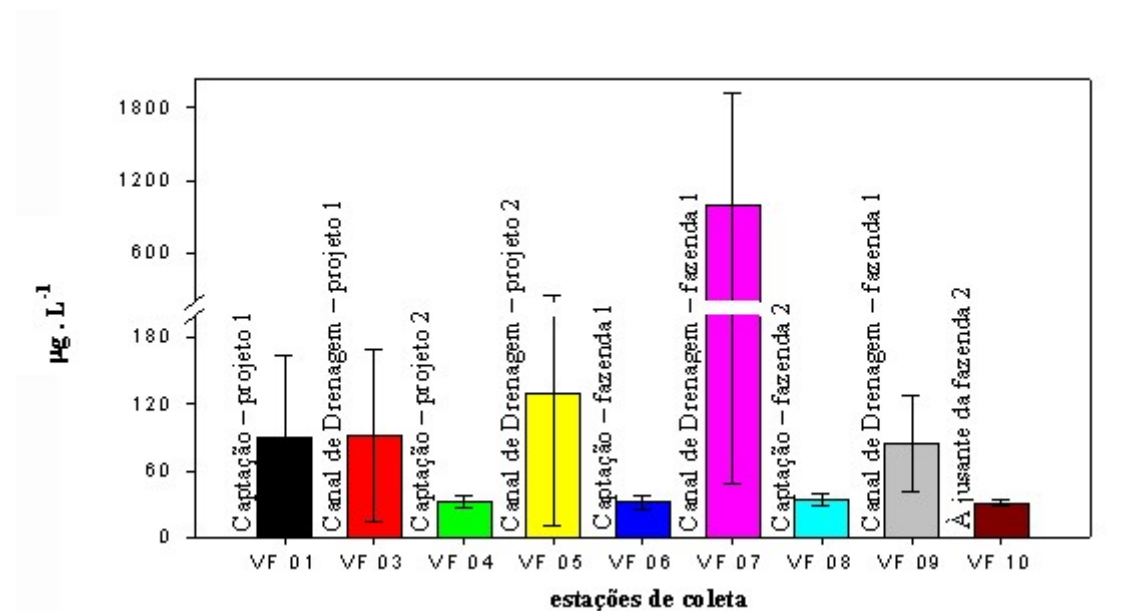


Figura 5: Média das concentrações de PT na bacia do rio São Francisco referentes as coletas realizadas nos meses de novembro de 2002 e fevereiro, maio, agosto e novembro de 2003.



CONCLUSÕES

A maioria dos rios e reservatórios das bacias estudadas encontram-se eutrofizados e o aporte de esgotos urbanos e lançamento de efluentes industriais e agrícolas sem tratamento são as principais causas do aumento da concentração do fósforo na água. Todas as cadeias produtivas estudadas demonstraram impactar as bacias hidrográficas a elas ligadas, influenciando na concentração do fósforo total através dos produtos gerados por suas atividades. A partir dos dados obtidos, verifica-se a necessidade de tratamento dos efluentes urbanos, industriais e agrícolas gerados nas cadeias produtivas, a fim de diminuir o impacto do fósforo no ambiente.

AGRADECIMENTOS

À FINEP pelo financiamento do projeto (Conv. N° 22.01.0479.00) e à FACEPE/CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica de Gustavo Lira de Melo (Proc. N° SD-01/2002-01/ITEP-01).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. **Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater**. Washington. American Public Health Association (APHA), 2000.
2. BICUDO, D. C. et al. Escala de amostragem e variabilidade de fatores limnológicos em reservatório eutrofizado. In: **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, c.14, p.410-447, 1999.
3. BOUVY, M. et al. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v.23, p.13-27, 2000.
4. BOUVY, M. et al. The dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast, Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**. v. 20, n. 3, p.285-297, 1999.
5. BRANCO, C. W. C.; CAVALCANTI, C. G. B. **A ecologia das comunidades planctônicas no lago Paranoá**. In: *Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, c.19, p.574-595, 1999.
6. CARMICHAEL, W.W. et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, v.109, p.663-668, 2001.
7. CPRH - **Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.cprh.gov.br>> Acesso em 15 de jan. 2004.
8. ESTEVES, F.A. **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Ed. UFRJ, 1998, 442p.
9. ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**, Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 1998, Cap. 14, 602p.
10. GRASSHOFF, K. **Methods of sea water analysis**. New York: Verlag Chemic., 317p., 1979.
11. HUSZAR, V. L. M. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**. v.424, p.67-77, 2000.
12. RAST, W.H.; RYDING, S. **Eutrophication management framework for the policy maker**. MAB Digest 1, Unesco, Paris, 1989, 83p.
13. SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**, n. 71, p.359-385, 2000.
14. TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**, São Carlos: RiMa, 2003, p. 248 Cap. 5, p. 67-81.
15. _____. **Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2001. 385 p. cap. 1, p. 13-50.