

## Estimativa das emissões de carbono, nitrogênio e fósforo para o estuário do rio Jaguaribe (CE)

Abreu Ilene Matanó<sup>a</sup>, Luiz Drude de Lacerda<sup>a</sup>, Rozane Valente Marins<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR / UFC  
(ileneabreu@hotmail.com)

### 1. Introdução

O Rio Jaguaribe é o principal curso d'água do Estado do Ceará, possui uma extensão aproximada de 610 km e sua bacia drena uma área de 72.043 km<sup>2</sup>, ocupa as partes meridional e oriental do Estado do Ceará, entre os paralelos sul 4° 20' e 41° oeste, desaguardo no Oceano Atlântico. A Bacia hidrográfica possui uma grande rede de drenagem, seus principais afluentes são pela margem direita, os rios Carius, Salgado e Figueiredo e pela margem esquerda os rios Banabuiú e Palhano (Macedo *apud* Soares Filho 1996). Segundo Campos *et al* (2001) uma característica significativa do Rio Jaguaribe é a variação da sua descarga que pode variar de 7000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> a zero em um intervalo de poucos meses. Isto se deve ao regime pluviométrico da região que é dividido em duas estações; a chuvosa (janeiro a maio) e a seca (junho a dezembro).

A foz do Rio Jaguaribe apresenta uma extensa zona estuarina localizada entre as coordenadas 4° 23'26"S e 37° 43'45"W ; 4° 36'58"S e 37° 43'45"W (Soares Filho, 1996), cuja penetração das águas do mar se faz sentir até a barragem de Itaíçaba, cerca de 34 Km da sua desembocadura (Marins *et al.*, 2003).

Embora seja evidente o impacto das atividades antrópicas sobre o meio físico do Rio Jaguaribe, nada se conhece sobre as alterações químicas de suas águas, nem de seus impactos sobre a região costeira, desta forma este trabalho tem por objetivo a avaliação das fontes naturais e antrópicas de carbono, fósforo e nitrogênio para as águas estuarinas do Baixo Jaguaribe (CE), que se estende desde a barragem de Itaíçaba até a linha de costa, utilizando-se o inventário dos fatores de emissões das fontes naturais bem como das diferentes atividades econômicas implantadas na região.

### 2. Resultados e Discussão

As principais fontes de emissão de carbono, nitrogênio e fósforo identificadas foram: os esgotos domésticos, a lixiviação e erosão dos solos, os fertilizantes utilizados na agricultura, e a pecuária, onde as fontes incluem os dejetos dos animais e o efluente dos viveiros de camarão. A descrição da variabilidade dessas fontes para o estuário do Rio Jaguaribe estão apresentadas abaixo juntamente com as emissões estimadas e suas respectivas memórias de cálculo.

**Esgoto doméstico:** Na região de Itaíçaba, acima do estuário, encontra-se uma barragem que tem a função de desviar o fluxo do rio para o canal do trabalhador. Apenas na época chuvosa o volume de água é suficiente para transbordar a barragem e alcançar o estuário. Dessa maneira na maior parte do tempo as fontes de esgoto para o estuário são os municípios de Aracati e Fortim. A soma da população local, entre a zona rural e urbana, é de 72.572 habitantes (IPLANACE, 2001) e assumindo que a emissão do esgoto líquido é de 100 a 150 l.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> (Carioca & Arora, 1984), pode-se calcular que anualmente são produzidos 2,65x10<sup>6</sup> a 3,98x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> por ano de esgoto, contendo aproximadamente 250 mg.l<sup>-1</sup> C, 50 mg.l<sup>-1</sup> N, 14 mg.l<sup>-1</sup> P (Von Sperling, 1996), o que corresponde a descargas de 663 a 995 t.ano<sup>-1</sup> de C, 133 a 199 t.ano<sup>-1</sup> de N e de 37 a 56 t.ano<sup>-1</sup> de P.

**Solo:** A lixiviação do solo é uma fonte natural de emissão de C, N e P, no entanto sua contribuição aumenta a uma taxa que varia entre a desnudação química e/ou mecânica (Schlesinger, 1997) e a erosão associada a construção e urbanização (Goudie, 1987), de 128 a 213 toneladas de solo.km<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo dados do IPLANCE (2001),

a maior parte do solo da região é representada por areias quartzosas distróficas (1,13x10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>), Solonchack (0,16x10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>) e latossolo vermelho-escuro (0,06x10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>). De acordo com a composição média desses solos que na areia quartzosa distrófica é de 0,54% de C, 0,05% de N e de 0,01% de P; no solonchack 0,45% de C, 0,05% de N e de 0,05% de P; no latossolo vermelho-escuro 0,91% de C, 0,09% de N e de 0,02% de P (Projeto RADAMBRASIL, 1981) calcula-se que juntos eles contribuam com 946 a 1569 t.ano<sup>-1</sup> de C, 90 a 149 t.ano<sup>-1</sup> de N e de 11 a 19 t.ano<sup>-1</sup> de P presente no material de solo lixiviado para o estuário.

**Agricultura:** A produção agrícola anual da região é superior a 18.357 t.ano<sup>-1</sup> e suas principais culturas são a castanha de caju, o feijão, o milho e o melão. As necessidades nutricionais dessas culturas são supridas com a adição de fertilizantes ricos em nitrogênio e fósforo (Andrade, 1991), calcula-se que de acordo com as necessidades de nutrientes de cada cultura e suas respectivas área cultivada, sejam aplicados por ano na região 1110 t de N e 1315 t de P. Mesmo que a administração desses fertilizantes seja feita com base em análises químicas dos solos, para que não haja desperdício, uma parte dos fertilizantes aplicados será perdida pela drenagem do solo. Segundo Vollenweider *apud* Esteves (1998), de 16 a 25% do nitrogênio e de 0,7 a 1,4% do fosfato aplicado é perdido em solos europeus, na região nordeste essa taxa pode ser ainda maior devido aos solos áridos. Na agricultura regional não há emissão de carbono, mas apenas a incorporação do carbono pela biomassa. Estima-se que a emissão de nitrogênio e fósforo atribuída à agricultura, calculada de acordo com Vollenweider, para a região é 178 a 278 (229) t.ano<sup>-1</sup> de N e de 3 a 6 (5) t.ano<sup>-1</sup> de P.

**Pecuária:** A pecuária da região está dividida entre a criação de bovinos (8601 cabeças), aves (32155 aves), suínos (3603 cabeças) e ovinos (8603 cabeça) além da carcinicultura que é avaliada separadamente. A pecuária produz aproximadamente quarenta mil toneladas de dejetos por ano.

Os teores de carbono, nitrogênio e fósforo dos dejetos foram calculados com base no volume produzido por animal, que é de 10 Kg.cabeça<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para bovinos, 0,18 Kg.cabeça<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para aves, de 2,5 Kg.cabeça<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para suínos e de 1,0 Kg.cabeça<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para ovinos. A composição média desses dejetos é na ordem que se segue: bovino: 2,4% C, 0,6% N e 0,35% de P; aves: 4,8% de C, 1,2% de N e 1,3% de P; suíno: 2,0% de C, 0,5% de N e 0,3% de P; ovino: 5,6% de C, 0,5% de N e 0,5% de P, (Boyd, 1999). Cerca de 55% do N e P depositados nos solos por dejetos animais é absorvido por plantas e cerca de 15% do N é evaporado para a atmosfera sob forma de amônia (NRC, 2003). Portanto, à carga total de N e P aplica-se, respectivamente, os fatores de 0,3 e 0,45.

O resultado final da contribuição da pecuária para a emissão total de carbono, nitrogênio e fósforo na região do estuário do rio Jaguaribe é de 1097 t.ano<sup>-1</sup> de C, 82 t.ano<sup>-1</sup> de N e de 40 t.ano<sup>-1</sup> de P.

**Carcinicultura:** Esta é uma atividade em expansão no estado e só na região do estuário do Rio Jaguaribe cobre uma área de 800 ha, que estão divididos em 31 fazendas, com predomínio de pequenos produtores (Gesteira *et al*, 2001).

A água dos viveiros é renovada diariamente a uma taxa que varia de 5 a 10% do volume do viveiro (Boyd, 1999), gerando em média 219x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de efluente por ano. De acordo com a concentração média do efluente gerado por uma fazenda da região (determinado experimentalmente), – 0,15 a 0,20 x 10<sup>-6</sup> t.m<sup>-3</sup> de N e – 0,06 a 0,18 x 10<sup>-6</sup> t.m<sup>-3</sup> de P, calcula-se que a carcinicultura contribui com um volume anual que varia entre – 33 a 44 t de N e – 13 a 39 t de P.

Assim, a contribuição dos esgotos domésticos atinge 26%, 28% e 39 % respectivamente da contribuição total de C, N e P para o estuário, enquanto que o solo contribui com cerca de 40% de C, 20% de N e 13% de P emitido, já a emissão proveniente da

agricultura corresponde a cerca de 38% do nitrogênio emitido e 4% do fósforo. A pecuária é responsável por 34% do C, 14% do N e 34% do P emitido, enquanto que a carcinicultura: emite aproximadamente 1% do N e 11% do P da contribuição total para a região do estuário do rio Jaguaribe.

### 3. Conclusão

As principais contribuições de nutrientes para o estuário do Rio Jaguaribe provêm do esgoto urbano, principal emissor de fósforo, da agricultura, responsável pela maior parte da emissão de nitrogênio e a lixiviação de solos, contribuindo principalmente com carbono, para o estuário.

A carcinicultura pouco contribui com a emissão de nitrogênio e fósforo para o estuário. Provavelmente as águas do estuário devem ser oligotróficas, apresentando baixos teores de N e P, necessitando adicionar nutrientes à água para alimentação dos animais, como essa adição é feita com controle rigoroso ela pode ser tão diminuta que o processo de produção pode ser desnitrificador e supressor do conteúdo natural de fósforo das águas do Rio Jaguaribe. Entretanto, cabe ressaltar que a carcinicultura é a única das fontes estudadas que libera nutrientes diretamente na região estuarina.

### 4. Referências Bibliográficas

- Andrade, F. P. P. de (Coord.) (1991). *Diagnóstico do uso de fertilizantes para o incremento da produtividade agrícola no ceará*. Governo do Estado do Ceará. Secretarias de Indústria e Comércio (SIC), Agricultura e Reforma Agrária (SEARA) e Planejamento e Coordenação (SEPLAN), Fortaleza: 83 p.
- Brasil, Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral (1981). *Projeto RADAMBRASIL: Programa de Integração Nacional – Levantamento de Recursos Naturais*, Folhas SB 24/25 Jaguaribe/Natal, v 23, Rio de Janeiro, 744 p.
- Boyd, C.E.; Tucker, G.S. (1999). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 700 p.
- Campos, N.; Studart, T.; Franco, S.; Luna, R. *Hydrological Transformations in Jaguaribe River Basin during 20<sup>th</sup> Century in: 20<sup>th</sup> Hydrological Days 2000*, Fort Collins, CO. Proceedings of the 20th Annual American Geophysical Union. Fort Collins, Co: Hydrology Days Publications, 2000. v.1. p.221 - 227. (Disponível em: <<http://www.deha.ufc/nilson/jaguaribe>>. Acesso em: 23 maio. 2003).
- Carioca, J. O. B.; Arora, H. L. (1984) *Biomassa: fundamentos e aplicações tecnológicas*, EUFC: Fortaleza. 644 p.
- Esteves, F.A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Gesteira, T.C.V.; Nunes, A.J.P.; Miranda, P.T.C. (2001). *Expansão da carcinicultura marinha no estado do ceará*. XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca.
- Goudie, A. (1987). *The Human Impact: on the natural environment*. 2 ed. Mit Press edition, Cambridge, Massachusetts.
- IPLANCE (Instituto de Planejamento do Estado do Ceará) (2001). *Anuário Estatístico do Ceará*. (Disponível em: <<http://www.iplance.ce.gov.br/arquivo/anuario/2001>>. Acesso em: 20 maio. 2003.)
- NRC 2003, National Research Council: *Clean Coastal Waters*. National Academic Press, Washington.
- Schlesinger, W.H. (1997). *Biogeochemistry: an analysis of global change*. 2 ed. Academic Press, San Diego. 588 p.
- Soares Filho, A.A. (1996). *A ictiofauna da Região Média a Boca do Estuário do Rio Jaguaribe (Ceará – Brasil): composição, distribuição e aspectos bioecológicos*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 110p.
- Von Sperling, M. (1996). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 243 p.

### Composição e variação sazonal da comunidade zooplânctônica em três reservatórios da região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil

Adriana Carrhá Leitão (DCR/CNPq, Laboratório de Ecologia, DBEZ, UFRN, [acarrha@yahoo.com](mailto:acarrha@yahoo.com))

Rogério Herlon Furtado Freire (CNPq, Depto. de Hidráulica e Saneamento, EESC, USP)

Odete Rocha (Depto. de Ecologia e Biologia Evolutiva, UFSCar)

### 1. Introdução

Os reservatórios do Estado do Ceará, especificamente os localizados nos domínios da Região Metropolitana de Fortaleza, além de sofrerem impactos causados pela própria natureza do regime climático, caracterizado pelas irregularidades pluviométricas no tempo e espaço, altas taxas de insolação e evapotranspiração durante a maior parte do ano, contribuindo efetivamente para o processo de salinização das águas; estão também submetidos aos impactos resultantes de diversas atividades antropogênicas desenvolvidas nas áreas do entorno da bacia hidrográfica, decorrentes do uso irracional de ocupação do solo. Estas atividades refletem direta e/ou indiretamente na qualidade da água destes mananciais (Leitão, 2002).

A introdução de substâncias, ou formas de energia estranhas à composição natural dos ecossistemas aquáticos, provoca transformações biológicas e bioquímicas de interesse ecológico, sendo importantíssimas na determinação da biota deste meio. Neste caso, a eutrofização afeta a composição específica do zooplâncton através de alterações da natureza química da água que, por sua vez, modificam a composição do fitoplâncton, acarretando alterações na qualidade e quantidade de alimentos disponíveis ao zooplâncton. Assim, podem existir diferentes comunidades associadas a diferentes condições tróficas (Rocha & Matsumura-Tundisi, 1995). Comunidades e populações aquáticas podem ser consideradas indicadores biológicos do nível de contaminação de um ambiente, onde a presença ou a ausência de espécies pode ser um indicativo da perturbação dos ecossistemas (Chapman, 1989). Assim, o monitoramento das variáveis abióticas e bióticas deve ser utilizado como importante ferramenta na avaliação da extensão e da magnitude destes impactos, bem como auxiliar no gerenciamento dos recursos hídricos.

### 2. Métodos

Os reservatórios Pacajus, Pacoti e Gavião estão localizados na bacia hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza (15.085 Km<sup>2</sup>), Ceará, a qual constitui o principal manancial hídrico de abastecimento da população e de suprimento para todas as atividades econômicas associadas à Região (Ceará, 1992). O Pacajus tem capacidade de acumulação de 148 hm<sup>3</sup>, o Pacoti de 370 Hm<sup>3</sup> e o Gavião de 54 hm<sup>3</sup>.

O presente estudo teve como base amostragens qualitativas e quantitativas de zooplâncton, sendo realizadas coletas semestrais, que possibilitaram a observação de modificações ecológicas dos sistemas (reservatórios) na época seca e na época chuvosa. As coletas foram realizadas em seis estações no reservatório Pacajus, em oito estações no Pacoti e em cinco estações no Gavião, em dezembro/1998, junho/1999 e janeiro/2000. Amostras de zooplâncton foram coletadas da coluna d'água por arrastos verticais, utilizando-se de uma rede com malha de 45 mm. Os animais coletados foram preservados em formalina 4% e foram identificados e contados em laboratório.

A transparência da água (m) foi determinada utilizando-se o Disco de Secchi. Temperatura da água (°C), pH, turbidez (UNT), salinidade (‰), oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>) e condutividade elétrica (mS/cm) foram obtidos nas estações a cada metro utilizando-se a sonda Horiba. Amostras de água foram coletadas, com a Garrafa de Van Dorn, para análise de nutrientes. Em laboratório foram analisados nitrito (NO<sub>2</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), fosfato