

**ESTUDO DA BARRA DAS JANGADAS — PARTE V.
EFEITOS DA POLUIÇÃO SÔBRE A ECOLOGIA DO
ESTUÁRIO**

FRANÇOIS OTTMANN
TAIZO OKUDA
LOURINALDO CAVALCANTI
OLÍMPIO C. DA SILVA
JÚLIO V. A. DE ARAÚJO
PETRÔNIO A. COELHO
MARYSE N. PARANAGUÁ
ENIDE ESKINAZI

ABSTRACT

The authors present the results of physical, chemical and biological studies, in the Barra das Jangadas estuary formed by Pirapama and Jaboatão rivers and located 20 km S of Recife.

During the summer months (December — March) the discharge of the rivers together with the million of liters of sugar factory's reisdues make the environment sterile for fish, crustaceans, mollusks, etc.

The variation in chemical composition of the estuarine water is influenced by waters of several sources, such as: river water, rainfall water, mangrove water, sea water and sewage from sugar factories.

During the dry season biological species are strongly affected as a result of which fish, crustaceans and mollusks die, due to the reasons mentioned above.

INTRODUÇÃO

Os estuários situam-se entre as áreas de maior fertili-

dade natural do mundo e, em muitas destas sua produtividade constitui o meio de vida de grandes populações. No Brasil e em particular no Nordeste, porém, são completamente desprezados e geralmente conduzidos à inutilidade, em função dos progressos industrial e urbano. O primeiro provoca o decréscimo da produtividade aquática, pela contaminação das águas, enquanto que o segundo acarreta o estrangulamento dos estuários, pelos aterros para ampliação das áreas residenciais e industriais. Isto ocorre, numa região em que a população dispõe de uma quantidade de proteína, aquém de suas necessidades.

No presente trabalho, os autores registram inicialmente, as causas da alta fertilidade natural dos estuários, para a seguir assinalarem os efeitos de sua poluição e as medidas a serem tomadas para preservação de seus recursos.

CAUSAS DA FERTILIDADE NATURAL DOS ESTUÁRIOS

Baseados nas idéias de Schelske & Odum (1961) e em nossas próprias observações em estuários pernambucanos, podemos apontar os seguintes fatores como responsáveis pela produtividade nessas áreas:

- a) existência de vegetais produtores primários.
- b) ação das marés.
- c) suprimento abundante de nutrientes.
- d) ciclo rápido e conservação dos nutrientes.
- e) produção anual ininterrupta.

Existência de vegetais produtores primários

Estes vegetais, responsáveis pela síntese primária do alimento podem ser divididos em quatro categorias: 1) mangue, 2) algas de lama, 3) fanerógamos e algas infralitorais e 4) fitoplâncton.

As diversas espécies de mangue sintetizam durante todo o dia, e o mesmo é possivelmente o maior produtor primário. Já as algas de lama (diatomáceas e cianofíceas que vivem na lama da zona intertidal), sintetizam apenas quando a região não está coberta pela água, enquanto que a síntese pelas fanerogramas (*Diplanthera*) e as algas infralitorais se processa quando a turbidez da água, permite iluminação adequada. Por outro lado, a produção de fitoplâncton é variável, desde que as marés, aumentam ou diminuem a superfície ocupada.

Ação das marés

A maré é um outro fator importante na fertilidade dos estuários. Além da ação já citada, sua amplitude (em Pernambuco varia entre 0.7 e 2.7 metros), ocasiona fluxo e refluxo da água que alternadamente irrigam e drenam o manguezal. Esses movimentos constituem um meio natural de transporte de material para o interior e exterior da área. Esse material é ingerido pelos animais que se alimentam por filtração.

Suprimento abundante de nutrientes

O fenômeno da fotossíntese é mantido apenas, quando existe quantidade adequada de nutrientes. Segundo Ottmann & Ottmann, 1959; Okuda, Cavalcanti & Borba, 1961 a, b, os rios parecem suprir os estuários de nitratos e fosfatos, enquanto que o mar os abastece de sulfatos, cálcio e magnésio. Além do teor de nutrientes, surge a luz como um fator limitante da fotossíntese, desde que a mesma, torna-se muito reduzida em águas turvas.

Ciclo rápido e conservação dos nutrientes

Enquanto que num ciclo rápido, o organismo utiliza muitas vezes um átomo de nutriente, num ciclo lento o fenômeno é inverso. O grande número de animais, que se alimentam com detritos é responsável, junto à ação das marés, por ciclos rápidos e conservação dos nutrientes nos estuários.

Produção anual ininterrupta

Finalmente devemos nos referir à produção anual de colheitas sucessivas, embora seja possível a existência de ciclos sazonais de abundância e escassez.

EFEITOS DA POLUIÇÃO NOS ESTUÁRIOS

Sob condições naturais, os animais dos estuários vivem em equilíbrio com o ambiente, sendo isto, resultado de milhares de anos de seleção natural e adaptação. Este equilíbrio pode entretanto, ser facilmente rompido pela atividade humana, ora pela adição na água de substâncias normalmente, ausentes, ora pela adição de quantidade excessiva de outras, normalmente presentes.

Assinalaremos inicialmente a existência da poluição,

para em seguida mostrar seus efeitos sôbre a produtividade estuarina, salientando o exemplo da Barra das Jangadas.

Em Pernambuco tôdas as indústrias estão localizadas à margem dos rios, os quais são utilizados como desaguedouros dos seus esgôtos. Dentre estas indústrias podemos salientar a predominância das usinas de açúcar, que poluem os rios, com cal'das (1) residuais de suas destilarias. A calda é um poderoso agente poluidor a julgar, pelo seu elevado B.O.D. de 10.661 ppm. (Tab. 1). Em nosso caso, o fenômeno da poluição por êsses resíduos atinge o máximo durante os meses de verão, pois os rios encontram-se com seu volume d'água reduzido em função da estiagem forte, com as águas provenientes quase que exclusivamente, do lençol freático, enquanto que as usinas estão no auge de sua produção.

A Barra das Jangadas é o estuário dos rios Jaboatão e Pirapama e está situada à cêrca de 20 km do Recife e 6 kms da Destilaria Presidente Vargas, pertencente ao Instituto do Açúcar e do Alcool. Durante os anos de 1959-60, foram realizadas pelo então "Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia", estudos físicos, químicos e sedimentológicos da Barra das Jangadas, em sete estações distribuídas pela confluência e pelos dois rios, em separado. Os resultados dêsse estudo estão publicados no volume 2 dos "Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia". Abordaremos a seguir, apenas os pontos mais diretamente relacionados à poluição.

Condições físicas gerais

A temperatura do ar varia anualmente entre 23 e 30°C e a da água entre 24 e 31°C. Especialmente no verão a água apresenta aspecto escuro e exala odor desagradável. Observamos em abril de 1960, na maré vazante, uma vasão de $2.8 \times 10^6 \text{m}^3$ por dia e uma velocidade de corrente máxima de 1m/seg próximo à foz, onde as correntes são devidas não sômente aos rios, mas também às marés.

Condições químicas

A água da Barra das Jangadas é originária de diversas fontes ou seja: dos rios, da chuva, das margens, do mar e dos esgôtos das usinas de açúcar e isto provoca grandes variações anuais em sua composição química.

1) Líquido residual oriundo da destilação industrial do mosto de melaço fermentado.

TABELA I

COMPOSIÇÃO DE UMA AMOSTRA DE CALDA DA DESTILARIA DO CABO

* Cultivação de "CANDIDA UTILIS" em Caldas de Destilarias de Pernambuco.

— O. Gonçalves de Lima e outros — (Anais da Escola Superior de Química — Vol. I. n.º 1 — 1959).

UNIDADE	SOLÚVEIS % (P/V) —	EM SUSPEN- SÃO % (P/V)
	—	8.32
Sólidos Totais	3.853	—
Perda p/Calcinação d/Sól. Totais	2.918	87.98
Cinza	0.934	9.70
Insolúveis em HCl	0.008	3.28
Ferro e Alumínio (Fe_2O_3 e Al_2O_3)	0.081	1.26
Cálcio (CaO)	0.150	1.58
Magnésio (MgO)	0.170	0.30
Potássio H (K_2O)	0.221	0.74
Nitrogênio (N)	0.067	6.83
Proteínas (N x 6,25)	—	42.69
Fósforo (P_2O_5)	0.084	1.55
Ácidos voláteis (CH_3COOH)	0.259	—
Ácidos fixos (Ac. Oconítico)	0.284	—
Redutores (hexose)	0.250	—
B.O.D. (5 dias a 20°C)	10.661 p.p.m	—

Oxigênio dissolvido

Pelos dados experimentais (Tab. II), podemos observar a grande variação dos resultados de O_2 dissolvido e consumo de $KMnO_4$, nos meses de setembro e março, que refletem bem as diferenças de atividades das destilarias nestes dois períodos. Nota-se também, que o teor de O_2 dissolvido no rio Pirapama, no mês de setembro de 1.70 ml/l em média, já podendo ser considerado baixo, pois o teor de 1 ml/l é tido como limitante para os peixes em água corrente. (Tamura, 1950). Por outro lado, no mesmo rio em março, encontram os valores de O_2 dissolvidos nulos, justamente pela pouca vazão dos rios e grande derrame de caldas, a que já nos referimos anteriormente. Levando-se em conta as temperaturas elevadas desta época, esta ausência de oxigênio, vai tornar a água em meio totalmente estéril para os peixes, particularmente propício ao desenvolvimento de bactérias patógenas.

Consumo de $KMnO_4$ n

Este índice é um excelente indicador da quantidade de matéria orgânica, em suspensão ou dissolvida na água. Verificamos que nos meses de maior derrame de calda nos rios, o seu valor sobe consideravelmente, o que é justificável pelo elevado teor de matéria orgânica (Tab. I). Observamos por exemplo, que o rio Pirapama no mês de setembro, acusou valores máximos de 26.00 ml/l de consumo de $KMnO_4$, enquanto que em março o mesmo atingiu 92.70 mg/l, variando na razão inversa de O_2 dissolvido.

Outros elementos

Ainda pela Tab. II, podemos comparar os valores de O_2 dissolvido, elementos nutritivos (NH_3 , NO_3 e PO_4 total) e consumo de $KMnO_4$ dos rios Pirapama e Jaboatão e constatar uma diminuição dos teores de O_2 e NO_3 inversa ao aumento dos teores de NH_3 , PO_4 total e consumo de $KMnO_4$, mais acentuados no primeiro dos rios. Isto é perfeitamente justificável, levando-se em conta o fato, de que o rio Pirapama é muito mais atingido pelo derrame de caldas, por ter maior número de destilarias em suas margens.

Considerações biológicas

Os organismos aquáticos são vitalmente afetados pelo

ambiente em que vivem e embora as espécies estuarinas sejam capazes de tolerar fortes variações das características físicas e químicas da água, o homem pode produzir alterações maiores que a tolerável.

Analisaremos a seguir os efeitos da poluição sobre as diversas espécies biológicas do estuário da Barra das Jangadas.

Fitoplâncton

Na análise global das amostras, as diatomáceas plancônicas apareceram em pequeno número. Nas amostras provenientes de estações mais próximas do mar ocorreram *Chatoceras* e *Rhizosolenia*, ainda em número reduzido, e foram diminuindo rio acima, até desaparecerem totalmente nas estações mais distante do mar. Além destas, outras diatomáceas epífitas ou bentônicas, apareceram nas amostras de plâncton, ilustrando o papel da maré no transporte de material. Algas da lama — as amostras bentônicas são muito ricas em diatomáceas, especialmente *Nitzschia* e *Navicula*, formando manchas marron — esverdeadas, na lama descoberta durante a baixa mar. As amostras do leito do rio são ricas, porém não tanto quanto as das margens.

Fanerógamos e algas infralitorais — não constatamos a presença de fanerógamos e as algas são quase inexistentes.

Zooplâncton

Pelo estudo das amostras de plâncton, coletadas em estações localizadas próximos à foz e ao longo do curso dos rios, observou-se a presença de vários organismos. Ocorreu uma diferença bem nítida entre as amostras das duas áreas, pela presença nas primeiras, de espécies marinhas e nas segundas de espécies típicas de água doce.

O período de fevereiro a abril (1966) foi caracterizado pela presença, em número bem elevado, de fêmeas de *Copepodos*, com sacos ovíferos. No primeiro mês, destacou-se entre essas, fêmeas de gênero *Oithoma*. Por ocasião do estudo, foi também assinalada a ocorrência nesta área, de duas espécies de medusa: *Blackfordia virginica* e *Ostrumovia inkermanica*, pela primeira vez descritas no hemisfério sul. São espécies descritas, como típicas de regiões estuarinas e águas costeiras de baixa salinidade.

Moluscos

No que diz respeito a fauna malacológica, constatamos o desaparecimento total do *Mytilla guayanensis*, Lamarck, 1819 (sururú do mangue) fato êste documentado pelos depósitos de conchas, já em adiantado estado de descalcificação. Notamos também uma diminuição acentuada na ocorrência de outras espécies comestíveis, tais como: *Iphigenia brasilienses* Lam., *Tagelus plebeius* Solander e *Phacoides putivatus* Gmelin, diminuição essa, não só denunciada pelos pescadores dos referidos moluscos, como também pelo aumento gradativo dos depósitos de conchas nas áreas tidas como de boa produtividade.

Crustáceos

Ocorrem nos estuários de Pernambuco, cêrca de meia centena de espécies, 31 das quais, frequentam o estuário e o curso inferior do rio Jaboatão. A maior parte das formas ausentes é constituída por espécies ativas, apenas quando imersas, e portanto mais susceptíveis de sofrer os efeitos da poluição das águas; as outras formas ausentes, possuem larvas aquáticas, cuja ecologia é desconhecida e talvez os adultos não encontrem alimento ou substrato adequado no estuário do citado rio.

Acontece porém, que até o presente, nunca encontramos, reunidos em um só estuário, tôdas as espécies que compõem a fauna estuarina. Se algum estudo tivesse sido efetuado antes de iniciada a poluição, ser-nos-ia possível afirmar, quais as espécies desaparecidas como consequência do aludido fenômeno. Somos de opinião, entretanto, que pode ter havido um empobrecimento da fauna local de decápodos, pela ação da poluição.

Insetos aquáticos

Constatamos a ocorrência de Gerridae e larvas de Culicidae na água salôbra e de Gerridae, Corixidae, Nepidae (semelhantes a *Ranatra* e Naucoridae, adultos, bem como de larvas e pupas de Chironomidae, na água doce. Todos êstes, são insetos tolerantes a baixos teores de oxigênio na água.

Mortandades epidêmicas

Cada ano, no início da estação sêca, ou seja, na época em que a poluição aumenta extraordinariamente, são regis-

tradas mortandades epidêmicas de peixes, siris e camarões. Restam sempre, porém, alguns indivíduos em lugares protegidos que se encarregam de perpetuar a espécie, embora seja possível, que em virtude das mortandades anuais sucessivas, as populações se reduzam cada vez mais. É preciso porém não esquecer, que o fenômeno é agravado, pelas pescarias excessivas e com rêsdes de malhas diminutas, tão comuns no estuário da Barra das Jangadas.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento que ora ocorre no Nordeste, fácil será concluir, que o problema da poluição tende a se agravar, o que nos leva a sentir a necessidade de um incremento da pesquisa, nesse sentido. Ao nosso ver, as seguintes medidas, poderiam inicialmente ser tomadas, com vistas a uma possível solução do problema.

- I — determinação do número e dos tipos de poluição existentes nas margens dos diversos rios de Pernambuco, como também, um estudo comparativo do grau de poluição, entre os mesmos.
- II — determinação do limite de poluição sôbre o qual, existem condições normais de vida animal e vegetal nos referidos rios.
- III — medidas para a proteção da fauna e da flora, impedindo a poluição pela calda através de:
 - a) tratamento adequado,
 - b) industrialização,
 - c) proibição de lançamento nos rios.

Êstes itens do último parágrafo, são os mais importantes. O último acarretará de fato os dois primeiros, obrigando então a um tratamento apropriado das caldas e especialmente o seu aproveitamento industrial, resolvendo assim o problema da poluição e constituindo uma inesgotável fonte de produtos protéicos para alimentação e adubação.

REFERÊNCIAS

LIMA, O. G. & OUTROS, 1959. Cultivado de *Candida utilis* em caldas de destilarias de Pernambuco. *An. Esc. sup. Quim.*, 1: 67-82.

Trab-s. Inst. Oceanogr. Univ. Fed. Pe., Recife, 7/8 7-16 1965/6

OKUDA, T. & NÓBREGA, R., 1961. Estudo da Barra das Jangadas. Parte I — Distribuição e movimento da clorinidade — quantidade de corrente. *Trab. Inst. Biol. Marit. Oceanogr., Univ. Recife*, 2: 175-191.

OKUDA, T., CAVALCANTI, L. & BORBA, M. P., 1961. Estudo da Barra das Jangadas. Parte II — Variação do pH, oxigênio dissolvido e consumo de permanganato. *Trab. Inst. Biol. Marit. Oceanogr., Univ. Recife*, 2: 139-205.

_____, 1961b. Estudo da Barra das Jangadas. Parte III — Variação de nitrogênio e fosfato durante o ano. *Trab. Inst. Biol. Marit. Oceanogr., Univ. Recife*, 2: 207-218.

SCHELSKE, C. L. & ODUM, E. P., 1961. Mechanisms maintaining high productivity in Georgia estuaries. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 14th Ann. Sess. (Nov. 1961)*: 75-80.

TAMURA, T., 1950. The influence of the change of external media upon fish. XI — General consideration. *Journ. Inst. Res. Soc. Fish.*, 2.

REFERÊNCIAS

LIMA, O. G. & OUTROS, 1959. Cultivos de Condição Útil em Caidas de destilarias de Pernambuco. *An. Esc. Sup. Quím.*, 1: 87-82.