Influência das condições da maré na qualidade de água do rio Formoso¹

Daniele Castro Pessoa de Melo²,
Maria Helena Paranhos Gazineu³,
Juliana Carvalho da Silva², Sérgio Carvalho de
Paiva³, Roberto Cordeiro Pereira Rego³,
Alexandra Amorim Salgueiro³

Resumo

Este trabalho teve como objetivo investigar a influência do nível da maré na qualidade da água do rio Formoso, localizado no sul do estado de Pernambuco. Análises de coliformes fecais, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{20}^{\circ C, 5d}$) foram realizadas em nove estações de amostragem no rio. A maior contaminação fecal foi detectada no trecho em que o rio atravessa a área urbana sob baixa-mar: 10^6 NMP/100 mL. A classificação da água do rio Formoso quanto à salinidade é doce na nascente e na estação seguinte, salgada em estações próximas ao estuário e, nas outras estações, em função do nível da maré. Valores detectados para OD e $DBO_{20}^{\circ C, 5d}$ confirmaram um aumento na poluição da água no rio. A população precisa ser conscientizada e o governo, sensibilizado, para que os recursos hídricos sejam preservados.

Palavras-chave: água; qualidade; poluição.

Influence of the tide on the water quality of the Formoso river

Summary

The objective of this work was to investigate the influence of the tide in the water quality of the Formoso river, located in the south of the state of Pernambuco. Analyses of fecal coliforms, electrical conductivity, dissolved solids, dissolved oxygen (DO), biochemical demand for oxygen ($BDO_{20}^{\circ C, 5d}$) were done for water samples taken from nine different locations along the river up to the mouth. The highest fecal contamination was detected in the region where the river crosses the urban area: 10^6 NMP/100 mL. The classification of the Formoso river according to its salinity is a function of the tide for some stations; while it is sweet only at the mouth river and the next station and, salty at collection stations near the estuary. The values found for DO and $BDO_{20}^{\circ C, 5days}$ confirmed the increasing pollution in this River.

Keywords: water; quality; pollution.

Introdução

Água é fundamental para vida. É um recurso renovável e indispensável para diversas atividades humanas, destacando-se irrigação agrícola, abastecimento público e industrial, recreação e lazer. Outros usos/benefícios da água são geração de energia elétrica, transporte, diluição e dispersão de despejos.

Os processos de industrialização e urbanização trouxeram prosperidade e, ao mesmo tempo, resultaram em problemas ambientais. A qualidade das águas é influenciada pelas atividades humanas desenvolvidas e pelo tipo ou nível de tratamento de esgotos e de efluentes industriais.

Para preservar a qualidade dos recursos hídricos é necessário conhecer o volume da reserva de água existente e os usos específicos a que se destina. Essas informações permitem estabelecer prioridades com respeito à preservação e controle de qualidade da água (JIMÉNEZ - CISNEROS, 1996).

Nas regiões ribeirinhas, dominadas pela agricultura, a qualidade de água pode ser prejudicada pela erosão do solo que resulta em sedimentos em suspensão. O arraste de fertilizantes é outro fator que contribui para contaminação de águas (MATTIKALLI; RICHARDS, 1996).

A qualidade de águas superficiais tem-se deteriorado em muitos países, nas últimas décadas (MATTIKALLI, 1996). Vários cientistas estudaram a influência do uso da terra na qualidade da água. Ficou evidenciado que a questão está relacionada ao planejamento do uso e ocupação da terra, sem considerar o efeito desses parâmetros na qualidade de água (WONG, 2001).

Estudos sobre a influência da maré não são muito frequentes. Bennasser e seus colaboradores (1997), como parte de um programa pluridisciplinar, estudaram a influência da maré na qualidade de água do rio Sebou, em Marrocos.

O rio Formoso está localizado no município do mesmo nome, no sul do estado de Pernambuco. As águas desse rio foram classificadas pela Legislação Estadual como Classe 2 (PERNAMBUCO, 1986). Ao atravessar a zona urbana da cidade, esse rio recebe uma carga poluidora de esgotos residenciais.

¹ Suporte Financeiro: UNICAP, AVINA Group

² Alunas de Engenharia Química da UNICAP

³ Professor(a) do Departamento de Química da UNICAP

Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais, Departamento de Química, Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe, 526, Boa Vista, CEP 50.050-900, Recife, PE. e-mail: aas@unicap.br

O objetivo deste trabalho foi investigar a influência da condição da maré na qualidade de água do rio Formoso.

Material e métodos

Amostragem

Nove estações de coleta (EC) de água foram distribuídas no rio Formoso, desde a nascente até o estuário: EC1- Nascente da Serra d'Água, EC2 - Ponte sobre a PE 60, EC3 - Ponte próximo ao hospital público, EC4 - Porto de Dantas, EC5- Ilha de Ziza, EC6 - Lajes, EC7 - Porto de Elói, EC8 - Porto do Boi e EC9 - Estuário.

Durante a monitorização da qualidade de água do rio Formoso, a altura da maré variou na preamar de 1,2 a 1,8 m, e, na baixa-mar de 0,3 a 1,0 m. Coletas de água foram realizadas sob marés enchendo e secando.

Análises

Todas as determinações analíticas: temperatura, pH, coliformes fecais (técnica dos tubos múltiplos), condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{20^{\circ}C, 5d}$) foram realizadas segundo a APHA (1992) no Laboratório do Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais (NPCIAMB) da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

Resultados e discussão

As amostras de água foram coletadas mensalmente no rio Formoso, no período de junho de 2000 a maio de 2001, sendo apresentados e discutidos apenas os resultados das coletas realizadas sob

as mesmas condições climáticas cujo índice pluviométrico variou entre 0 e 1 mm.

As águas do rio Formoso são exploradas pela população para navegação, recreação e criação de espécies para alimentação humana. Desde que as espécies cultivadas nas águas não sejam ingeridas cruas, o limite máximo permitido do número mais provável de coliformes fecais em 100 mL da amostra (NMP/100 mL) deve ser inferior a 1.000 em mais de 80 % das análises realizadas. Com relação à balneabilidade, esse limite oficial é de 5.000 NMP/100 mL (PERNAMBUCO, 1981). A Tabela 1 ilustra a média de resultados de coliformes fecais obtidos para as nove estações de amostragem no rio Formoso, sob diferentes condições de maré. A maior contaminação de origem fecal foi detectada sob baixa-mar, independente da condição da maré: enchendo ou secando - na ordem de grandeza de 10^6 NMP/100 mL - no trecho em que o rio atravessa a área urbana do município (Tabela 1). Comparando esses resultados com os dados obtidos no ano anterior para as mesmas estações de coleta (LIMA et al., 2000), ficou confirmado que a poluição fecal está aumentando no rio Formoso. No período de um ano, a concentração de coliformes fecais aumentou mais de mil vezes, dependendo da estação de coleta.

Analisando os valores de coliformes fecais detectados em uma das nascentes desse Rio (Serra d'Água), a contaminação atingiu até 10^5 NMP/100 mL (Tabela 1). Foi investigada a origem dessa elevada contaminação bacteriana. Possivelmente, águas residuárias de atividades relativas à avicultura foram carregadas por um córrego próximo à estação de coleta. Os menores valores detectados nas determinações bacteriológicas foram $\leq 10^3$ NMP/100 mL, no estuário, considerando o efeito diluidor da maré.

TABELA 1 Média de resultados de coliformes fecais de água do rio Formoso sob diferentes condições de maré

Estação de Coleta	COLIFORMES FECAIS (NMP/100 mL)			
	Baixa-mar		Preamar	
	Secando	Enchendo	Enchendo	Secando
EC1	9x10 ⁴	2x10 ³	4x10 ³	1x10 ⁴
EC2	4x10 ³	2x10 ³	7x10 ⁴	2x10 ³
EC3	9x10 ³	1x10 ⁶	9x10 ⁴	4x10 ³
EC4	2x10 ⁶	3x10 ⁶	2x10 ³	6x10 ³
EC5	7x10 ³	5x10 ⁶	<10 ³	1x10 ⁴
EC6	8x10 ³	2x10 ⁶	<10 ³	1x10 ⁴
EC7	1x10 ⁶	1x10 ⁶	<10 ³	-
EC8	<10 ⁴	2x10 ³	2x10 ⁴	9x10 ³
EC9	<10 ³	<10 ³	<10 ³	7x10 ²

A Tabela 2 ilustra os resultados de condutividade elétrica detectados nas estações de coleta de água do rio Formoso sob as quatro condições de maré.

Sob baixa-mar secando, os valores detectados foram, geralmente, maiores do que sob baixa-mar enchendo. Sob preamar, 78 % das amostras de água analisadas apresentaram resultados de condutividade elétrica na mesma ordem de grandeza, quer seja maré enchendo, quer seja secando.

A classificação da água do rio Formoso, quanto à salinidade, é função da condição da maré. Os resultados de condutividade elétrica da Tabela

2 ilustram que a água é doce nas estações de coleta EC1 e EC2 (450 mS) e, salgada, em EC6, EC7, EC8 e EC9 (3 6.500 mS), independente da maré: baixa-mar ou preamar, enchendo ou secando. Esses limites de condutividade elétrica foram estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1992). Analisando os valores detectados sob baixa-mar, nas estações EC3 e EC4, a água é sempre salobra (450 – 6.500 mS), enquanto em EC5 é salobra sob maré enchendo e, salgada, sob maré secando. Por outro lado, sob preamar, a água é doce em EC3 e EC4, enquanto, em EC5, é salgada sob maré enchendo e, salobra, sob maré secando.

TABELA 2 Média dos resultados de condutividade elétrica das amostras de água do rio Formoso sob diferentes condições de maré

Estação de Coleta	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (µS/cm)			
	Baixa-mar		Preamar	
	Secando	Enchendo	Enchendo	Secando
EC1	19	51	56	52
EC2	47	49	53	50
EC3	6x10 ²	2x10 ³	64	1x10 ²
EC4	7x10 ²	5x10 ³	1x10 ²	1x10 ²
EC5	4x10 ³	1x10 ⁴	1x10 ⁴	3x10 ³
EC6	8x10 ³	2x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴
EC7	1x10 ⁴	2x10 ⁴	1x10 ⁴	2x10 ⁴
EC8	3x10 ⁴	4x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴
EC9	2x10 ⁴	4x10 ⁴	3x10 ⁴	4x10 ⁴

Os sólidos dissolvidos detectados sob as condições de maré investigadas aumentaram gradativamente da nascente até o estuário, seguindo a mesma tendência da condutividade elétrica. Os valores desse parâmetro físico-químico: sólidos dissolvidos (não ilustrados em tabela) confirmaram a grande influência que o Rio recebe do mar. Na nascente, foram detectados valores na faixa de 10 a 10³ mg/L, atingindo o máximo de 10⁴ mg/L a partir das estações EC5 e EC6, dependendo da maré baixa-mar e preamar, respectivamente.

As médias de resultados de OD estão apresentadas na Tabela 3. Todos os valores detectados para esse parâmetro foram abaixo do limite oficial (<5,0 mg/L), confirmando a poluição no Rio (PERNAMBUCO, 1981). Ressalta-se que Lima e colaboradores (2000) detectaram, no período de junho de 1999 a janeiro de 2000, na nascente (EC1) e na estação de coleta seguinte (EC2), valores de OD médios em torno de 7,2 mg/L e 5,1 mg/L, respectivamente. Porém, como foi ressaltado, a contaminação fecal no rio Formoso vem aumentando com o tempo. De um modo geral, o oxigênio dissolvido

detectado na preamar foi maior que na baixa-mar. Quanto menor o oxigênio dissolvido, maior a concentração de microrganismos; logo, maior poluição. Os resultados de OD no estuário e nas estações de coleta de água salgada são justificados pela diferença na solubilidade do oxigênio em função da salinidade da água a uma determinada temperatura (ARANA, 1997).

Os valores médios de DBO_{20 °C, 5 d} detectados para o rio Formoso estão ilustrados na Tabela 3. Na baixa-mar, 56 % das águas analisadas apresentaram valores médios acima do limite oficial: £ 5 mg/L de O₂, enquanto na preamar, apenas 22 % (PERNAMBUCO, 1981). Esses resultados são justificados pela influência da maré. Na presença de um maior volume de água, a quantidade de matéria orgânica é diluída, diminuindo o valor desse parâmetro. O menor valor detectado, 4,2 mg/L de O₂, foi obtido na nascente, sob preamar. Ressalta-se que a maioria dos valores de DBO_{20 °C, 5 d} dentro do limite oficial, apresentou uma pequena variação em torno desse limite (0,1 a 0,5 mg/L O₂).

TABELA 3 Média de resultados de OD e DBO_{20 °C, 5 d} das amostras de água do rio Formoso sob diferentes condições de mar

Estação de Coleta	OD (mg/L O ₂)		DBO _{20 °C, 5 d} (mg/L O ₂)	
	Baixa-mar	Preamar	Baixa-mar	Preamar
EC1	3,6	3,9	4,6	4,2
EC2	3,4	3,6	5,1	4,8
EC3	2,8	3,5	4,3	4,9
EC4	2,8	3,7	6,4	5,6
EC5	2,8	3,4	4,5	5,0
EC6	2,8	2,8	5,2	4,9
EC7	2,5	2,9	5,4	5,1
EC8	2,7	2,6	5,3	4,8
EC9	2,8	2,9	4,7	4,9

Na cidade do Rio Formoso, devido à falta de infra-estrutura de saneamento, a população ribeirinha utiliza o rio como depósito de lixo e de esgoto. Além disso, as indústrias da região e as atividades na agricultura, também despejam seus resíduos no rio, sem prévio tratamento. Essas ações deterioram a qualidade de água do rio. É evidente a poluição por microrganismos fecais, por produtos de decomposição biológica e por resíduos de fertilizantes e agrotóxicos. É hábito da população lançar produtos como o veneno “barrage” para matar camarões e, assim, facilitar a pesca. Essas ações predatórias estão praticamente extinguindo a fauna e a flora do rio e, conseqüentemente, as atividades pesqueiras da região. A população do município do Rio Formoso precisa ser conscientizada e o governo sensibilizado para que seja criada uma política ambiental mais eficiente.

Conclusões

- 1 a maior contaminação de origem fecal foi detectada no trecho em que o rio atravessa a área urbana do município sob baixa-mar: 10^6 NMP/100 mL;
- 2 a contaminação bacteriológica aumentou nos últimos doze meses do ano, devido, provavelmente, ao crescimento habitacional nas margens do Rio;
- 3 a classificação da água do rio Formoso quanto à salinidade é doce em EC1 e EC2, salgada em EC6, EC7, EC8 e EC9 e, nas estações de coleta de água: EC3, EC4 e EC5, depende das condições da maré;
- 4 todos os valores de OD detectados nas estações de coleta do rio Formoso foram abaixo do limite oficial, confirmando a poluição nesse Rio;
- 5 ressalta-se que a maioria dos valores de $DBO_{20}^{\text{c, 5 d}}$ apresentaram uma pequena variação em torno do limite oficial;
- 6 despejos de esgotos, lixos e agrotóxicos, além de ações predatórias do homem no uso de venenos para facilitar a pesca, estão causando impacto ambiental no rio Formoso.

Referências

APHA - American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation; **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18ª ed., Estados Unidos da América: Victor Graphics, Inc., 1992.

ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquíicultura**. Florianópolis: UFSC, 1997. 152p.

BENNASSER, L. et al., Influence de la Marée Sur la Qualité des eaux du bas Sebou aux rejets de la plaine du Gharb (Marroc). **Water Research**, Oxford, 31, (4), p. 859 - 867, 1997.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do ... 1984/91**, 4ª ed., Brasília: IBAMA, 245p., 1992.

JIMÉNEZ - CISNEROS, B. Water Quality Index Based on quality and quality: its application in Mexico. **Water Science Technology**, Oxford, 34, (12), p.165 - 177, 1996.

LIMA, D. G. de; REGO, R. C.; SILVA, V. L. da; SILVA, A. M. B., PAIVA, S. C.; SALGUEIRO, A.A. Qualidade de Água do rio Formoso desde a nascente até o estuário, Pernambuco, Brasil. In: SUSTENTABILIDADE DE ESTUÁRIOS E MANGUESAIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS - MANGROVE, 2000. Recife. **Anais...** Recife, 2000.

MATTIKALLI, N. M. Time series analysis of Historical Surface Water Quality data of the River Glen Catchment, U.K. **Journal of Environmental Management**, London, 46, p. 149 - 172, 1996.

MATTIKALLI, N. M. & RICHARDS, K. S. Estimation of surface water quality changes in response to land use change: application of the export coefficient model using remote sensing and geographical

information system. **Journal of Environmental Management**, London, 48, p. 263 - 282, 1996.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**; 2a.ed., Rio de Janeiro: ABES, 2000, 416p.

PERNAMBUCO. Decreto nº 7.279 de 05 de junho de 1981. **Legislação Brasileira Sobre Meio Ambiente**. Capítulo V Da Poluição das Águas. Recife: Companhia Pernambucana de Controle de Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos – CPRH. p. 33-37, 1981.

_____. Decreto nº 11.358 de 29 de Abril de 1986. Enquadra os cursos d'água das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaboatão e Pirapama. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**. Recife: Companhia Pernambucana de Controle de Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos – CPRH. 28 de agosto de 1986.

WONG, X. Integrating Water - quality management and land - use planning in a watershed context. **Journal of Environmental Management**, London, 61, p. 25 - 36, 2001.