

## **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA POLUIÇÃO MICROBIOLÓGICA NA BAÍA DE MAPUTO**



**Cristina M. M. Louro & Marcos A. M. Pereira**

**RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO Nº 1**

**Maputo, Setembro de 2004**

# AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA POLUIÇÃO MICROBIOLÓGICA NA BAÍA DE MAPUTO

## RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO Nº 1

**Cristina M. M. Louro**

**Marcos A. M. Pereira**

### **Citação:**

Louro, C. M. M. & M. A. M. Pereira (2004). Avaliação preliminar da poluição microbiológica na Baía de Maputo. Relatório de Investigação Nº 1: 9 pp. Maputo, Centro Terra Viva.

**Capa:** Amostragem e dois dos principais drenos da cidade de Maputo (Fotos: Marcos A. M. Pereira)

Maputo, Setembro de 2004

**TABELA DE CONTEÚDOS**

<b>Resumo</b>	.....	<b>ii</b>
<b>Introdução</b>	.....	<b>1</b>
<b>Materiais e Métodos</b>	.....	<b>2</b>
<b>Resultados</b>	.....	<b>3</b>
<b>Discussão</b>	.....	<b>6</b>
<b>Conclusões e Recomendações</b>	.....	<b>8</b>
<b>Agradecimentos</b>	.....	<b>9</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	.....	<b>9</b>

## RESUMO

Entre Novembro de 2003 e Janeiro de 2004, foram efectuadas análises laboratoriais para testar a qualidade das águas da Baía de Maputo, tendo sido considerados nove locais: praia dos Pescadores (Ps - local de desembarque de pescados), praia da Costa do Sol (CS), do Triunfo (Tr) e do Marítimo (Ma) – três praias muito frequentadas na Cidade de Maputo – e cinco pontos de drenagem de águas pluviais e resíduos domésticos, nomeadamente: Miramar (Mi), Penha Palhota (PP), Clube Naval (Nv), Ponta Vermelha (PV) e Zambi (Za). No geral, os resultados mostraram que a qualidade microbiológica das águas (usando coliformes fecais como indicadores) foi ligeira (52.8 NMP/100ml) na Ps e insignificante nas três praias consideradas, excepto na CS (50 m da linha de maré alta). Entretanto, os pontos de drenagem apresentaram uma poluição fecal forte (240.0 NMP/100 ml). Note-se que estes últimos não fazem parte do sistema afecto a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), escoando directamente para as águas da Baía de Maputo. Os locais de drenagem PV e Za, apresentaram uma poluição média a ligeira, respectivamente a 50 a 100 metros da linha da maré. É importante mencionar que nestes mesmos locais, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginoliticus* e *Salmonella* sp. foram encontrados. Parâmetros físico-químicos foram igualmente analisados. Em todos os locais de drenagem, BOD mostrou níveis acima dos 50 mg/l correspondendo assim, aos níveis de poluição microbiológica encontrados. COD, pH e condutibilidade eléctrica foram muito similares em todos os pontos de amostragem. De um modo geral, o nível de nutrientes (fosfatos, nitratos e nitritos) foi superior nos pontos de drenagem, confirmando assim os níveis de poluição microbiológica encontrados. Destes resultados, pode-se concluir que as principais praias da cidade de Maputo não apresentaram (excepto para CS) níveis preocupantes de poluição. Contudo, o Ps tal como os pontos de drenagem, necessitam de especial atenção pelas autoridades sanitárias.

**Palavras-chave:** Baía de Maputo; coliformes fecais; nutrientes; poluição;

## ABSTRACT

Between November 2003 and January 2004, field sampling and laboratorial analysis were conducted to test the water quality of Maputo Bay. Nine sampling stations were considered: praia dos Pescadores (Ps - a landing site for artisanal fishermen), praia da Costa do Sol (CS), Triunfo (Tr) and Marítimo (Ma) – three populares recreational areas – and five pluvial and sewage draining sites, namely Miramar (Mi), Penha Palhota (PP), Clube Naval (Nv), Ponta Vermelha (PV) and Zambi (Za). In general, the results showed that the microbiological quality of the waters (using faecal coeliforms as an indicator), was light (52.8 NMP/100ml) at Ps and insignificant at all the recreational sites, except at CS (50 m from the high-tide water mark). However, the drainage sites showed heavy faecal coeliform levels (240.0 NMP/100 ml). These sites are not part of the water treatment plant (ETAR) system, and drain directly to the bay. The drainage sites PV and Za, showed medium to light pollution, respectively at 50 and 100 meters of the high-tide water mark. Its worth mentioning that at these sites, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginoliticus* and *Salmonella* sp. were found. Physico-chemical parameters were also considered. At all drainage sites, BOD showed levels above 50 mg/l concurrent to the level of faecal pollution found. COD, pH and electrical conductivity were very similar in all sampling sites. In general, the nutrient levels (phosphates, nitrates and nitrites) were higher at the drainage sites, confirming the levels of microbiological pollution found. These results, suggest that the most popular recreational areas around Maputo city (except CS) did not show worrying levels of pollution. However, Ps and the drainage sites, require a special attention from the sanitary authorities.

**Key words:** faecal coeliforms; Maputo Bay; nutrients; pollution

## INTRODUÇÃO

A Baía de Maputo é conhecida pela sua grande beleza paisagística, biodiversidade e produtividade que constituem o suporte de diversas actividades incluindo pesca, turismo entre outras (Massinga & Hatton, 1996; Bandeira *et al.*, submt.; Pereira & Videira, 2004).

Nas últimas décadas, o número de habitantes da cidade de Maputo e seus arredores aumentou substancialmente, atingindo uma densidade populacional de 3223 habitantes/km<sup>2</sup> (INE, 1997). A descarga diária de águas residuais domésticas foi estimada em 13 mil toneladas métricas (Casedei, 1989). Estes factores aliados à: (i) deficiência do funcionamento dos pontos de drenagem de águas pluviais e residuais e da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR; Fernandes, 1996); (ii) à falta de meios e recursos adequados para o monitoramento e gestão destas águas (Bandeira *et al.*, submt.); e (iii) à falta de legislação e regulamentos apropriados (Fernandes, 1996) contribuem para a degradação da saúde pública e para o declínio da qualidade do ambiente da baía.

As águas residuais que escoam directamente para a Baía de Maputo, consistem principalmente em águas com origem em actividades industriais, artesanais assim como em actividades domésticas, públicas e comerciais (Fernandes, 1996). Estas águas contêm uma mistura de espécies microbiológicas, compostos orgânicos e inorgânicos, incluindo metais pesados, e matérias orgânicas não biodegradáveis (Fernandes, 1996; Bandeira *et al.*, submt.).

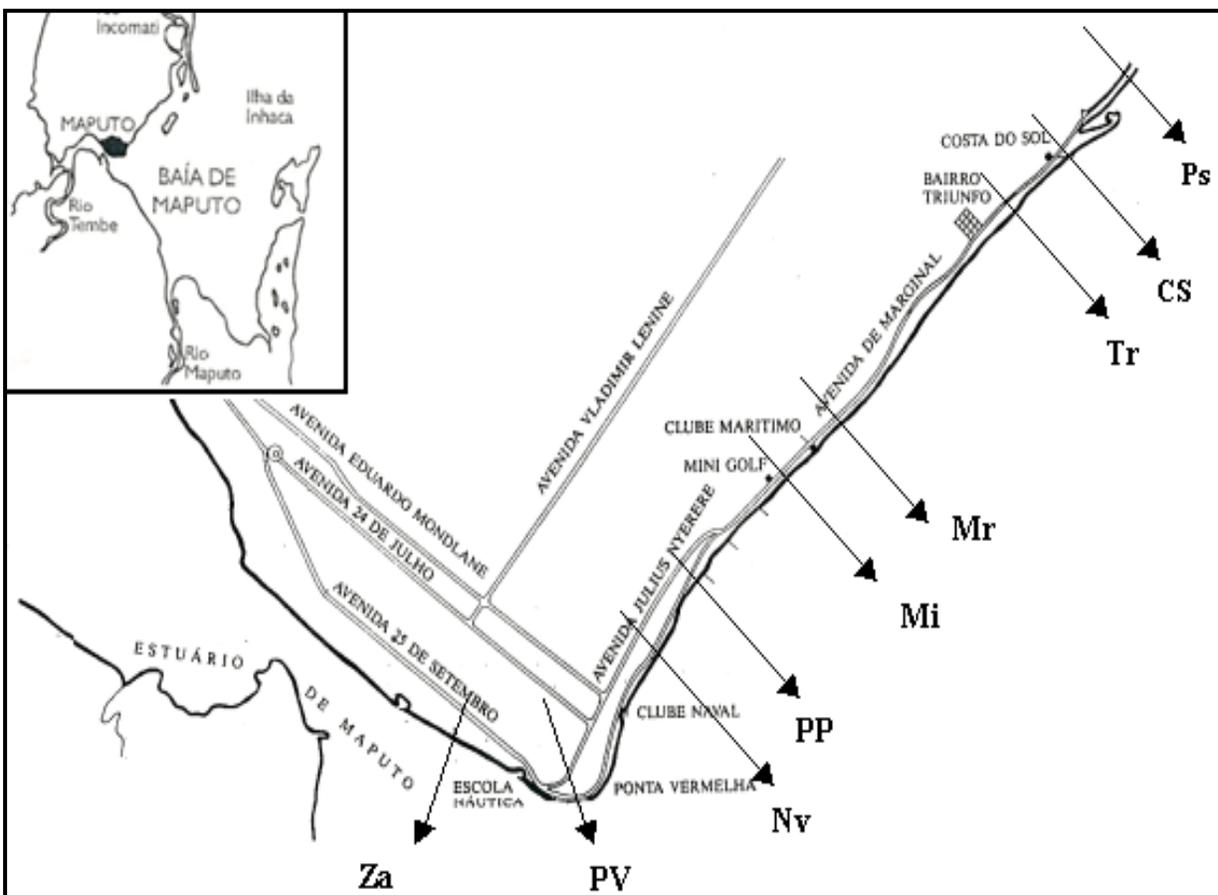
Estudos sobre a qualidade microbiológica e química das águas da baía iniciaram-se em 1968 (Casadei *et al.*, 1985) e foram sendo realizados esporadicamente desde então (e.g. LNHA, 1981; Casadei, 1989; Veiga, 1993; Fernandes *et al.*, 1993; Fernandes, 1995; Maia, 1999).

O presente estudo teve como principais objectivos, avaliar os níveis actuais de poluição microbiológica na Baía de Maputo e compara-los com estudos anteriormente realizados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Baía de Maputo situa-se na região sul de Moçambique entre as coordenadas 25° 55' S e 26° 10' S e 32° 40' E and 32° 55' E (Figura 1). Possui uma área de cerca de 1200 Km<sup>2</sup> e liga-se ao Oceano Índico através de uma abertura à norte. É limitada pelas Ilhas dos Portugueses e Inhaca, e pela península do Machangulo a este, e pelo continente a oeste e a sul (Hogwane *et al.*, 2002). Está localizada numa região de clima subtropical (Kalk, 1995) caracterizado por duas estações: a estação chuvosa a partir de Outubro a Março, e a estação seca de Abril a Setembro. A temperatura média diurna no Verão é de 31°C e 24.0°C nos meses de Inverno. A precipitação média anual é de 1100 mm (Hogwane *et al.*, 2002). Os ventos predominantes são de leste, embora ventos de nordeste também ocorram. Entre os meses de Março e Julho estes ventos são mais fracos (dados do INAM, 1961-1990).

A amostragem realizou-se entre Dezembro de 2003 e Janeiro de 2004.



**Figura 1.** Mapa mostrando a localização da Baía de Maputo e os locais de amostragem (setas): Ps (Bairro dos Pescadores); CS (Costa do Sol); Tr (Triunfo); Mr (Marítimo); Mi (Miramar); PP (Penha Palhota); Nv (Naval); PV (Ponta Vermelha) and Za (Zambi). Adaptado de Casedei (1989). Mapa da Baía de Maputo, cortesia do Prof. José Paula.

Nove locais de amostragem foram determinados: praia dos Pescadores (local de desembarque de pescado), praia da Costa do Sol, do Triunfo e do Marítimo (três praias populares para actividades recreativas e de lazer), Miramar, Penha Palhota, Naval, Barreira Vermelha e o Zambi (cinco pontos de drenagem de águas pluviais e residuais). Para as praias, duas amostras foram tiradas a distâncias de 0 e 50 metros da linha mais alta de maré (LMAM). Nos locais de drenagem três amostras foram recolhidas: na boca da descarga (0 m), a 50 m e 100 m desta. Todas as amostras foram colectadas no mesmo dia.

No total, 63 amostras foram recolhidas durante 3 períodos de maré viva.

Estas foram colectadas, armazenadas e transportadas em frascos de plástico de 500 ml para as análises físico-químicas e frascos de vidro esterilizados para as análises microbiológicas. As análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas pelo Laboratório Nacional de Higiene, Águas e Alimentos (LNHAA), em Maputo.

Os parâmetros microbiológicos foram analisados usando métodos padrão: Número Mais Provável (NMP) em 100 ml de água para as bactérias coliformes fecais e *Salmonella* sp.

(Berg *et al.*, 1978; Greeberg *et al.*, 1985; Fernandes, 1995; Fernandes, 1996; Nevondo & Cloete, 1999; Hadas, 2004). As categorias da água foram adoptadas segundo os padrões da Organização Mundial da Saúde (1977; Tabela 1). As análises para a determinação da presença de determinadas bactérias foram feitas apenas para as amostras colhidas na boca dos pontos de descarga e foi usado o método de membrana filtradora para as bactérias *Vibrio cholerae* e *Vibrio alginoliticus* (Berg *et al.*, 1978; Greeberg *et al.*, 1985; Bezuidenhout *et al.*, 2002).

**Tabela 1.** Categorias de poluição da água adoptadas pela Organização Mundial da Saúde (1977, citado por LNHA, 1981)

<b>Categoria</b>	<b>Coliformes Fecais</b>
Forte	> 2000
Evidente	1000 – 2000
Média	200 – 1000
Ligeira	50 – 200
Insignificante	<50

Os parâmetros físico-químicos COD (Demanda Química de Oxigénio) e BOD (Demanda Bioquímica de Oxigénio) foram analisados usando o método de oxidação de substâncias orgânicas e inorgânicas através de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) na presença de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado e sulfato de prata ( $Ag_2SO_4$ ) catalisado e o método manométrico, respectivamente (Costa, 1987). Para o fosfato ( $PO_4^{-3}$ ) o método de cloreto de estanho ( $SnCl_2$ ) foi usado (LNHA, 1997), para o nitrato ( $NO_3^-$ ) foi usado o método espectrofotométrico ultravioleta (Greeberg, *et al.*, 1985), e para o nitrito ( $NO_2^-$ ) o método do ácido e  $\alpha$ -naftilamina (LNHA, 1997). Para o

pH e condutibilidade elétrica foram usados os métodos directos de medição.

## RESULTADOS

### Poluição Microbiológica

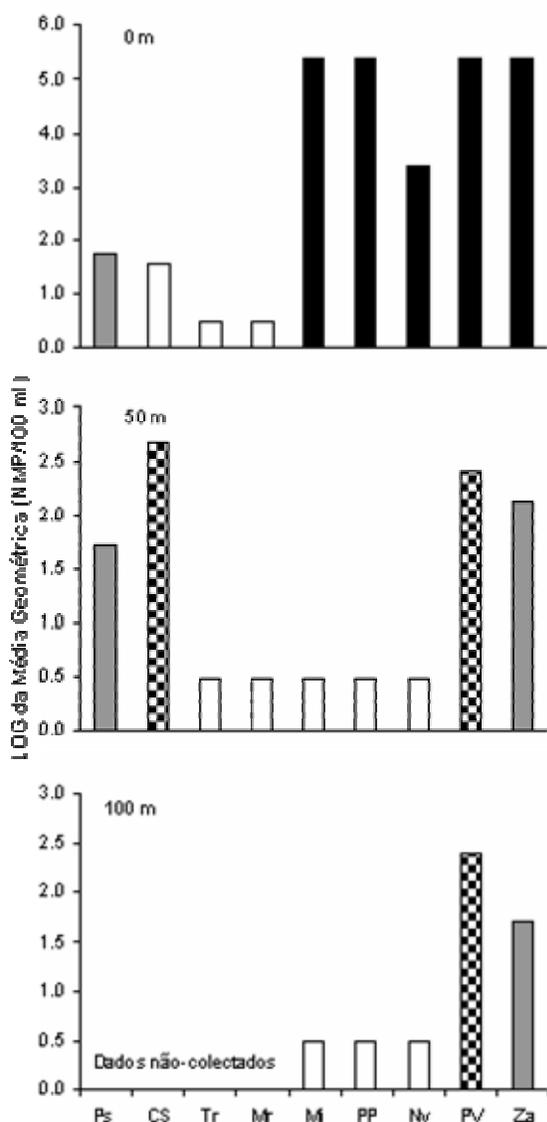
A uma distância de 0 metros LMAM, a praia dos Pescadores apresentou sinais de uma poluição microbiológica ligeira (52.8 NMP/100ml), enquanto que as restantes três praias, apresentaram níveis insignificantes de poluição (Figura 2). Entretanto, os pontos de drenagem, a partir do Miramar ao Zambí, apresentaram níveis elevados de poluição microbiológica variando de  $2.3 \times 10^3$  a  $2.4 \times 10^5$  NMP/100ml.

Aos 50 metros LMAM, a praia dos Pescadores continuou a apresentar o mesmo nível de poluição, ao passo que das três restantes praias seleccionadas, apenas a praia da Costa do Sol apresentou um nível médio de poluição (464.76 NMP/100 ml; Figura 2). No que se refere aos pontos de drenagem, Ponta Vermelha (225.15 NMP/100ml) e Zambí (135.65 NMP/100 ml) apresentaram uma poluição média e ligeira, respectivamente.

Por fim, as amostras recolhidas aos 100 metros LMAM, mostraram que a Ponta Vermelha e o Zambí possuíam níveis de poluição médios, enquanto que os restantes pontos de drenagem possuíam níveis insignificantes de poluição (Figura 2).

*Vibrio cholerae* foi encontrado em todos os locais de drenagem, excepto no ponto de drenagem do Naval. Por outro lado, *Vibrio alginoliticus* e *Salmonella* sp. apenas

foam encontradas na Ponta Vermelha e Miramar, respectivamente.



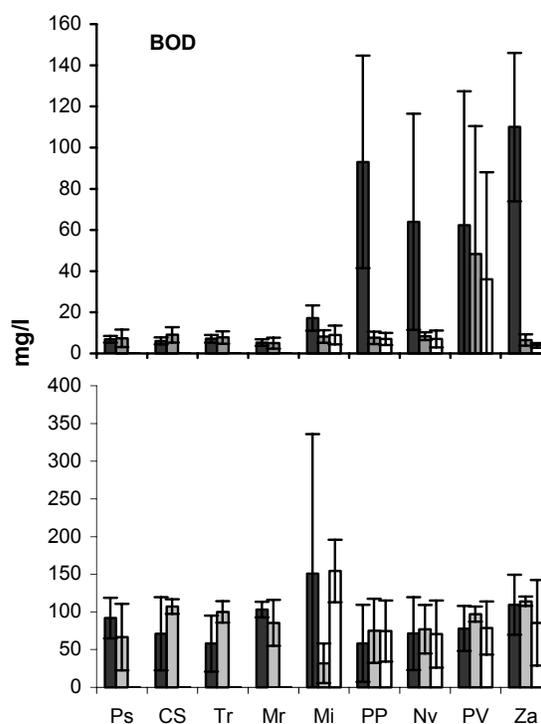
**Figura 2.** Coliformes fecais encontrados na Baía de Maputo. Barras pretas = poluição forte; barras xadrez = poluição média; barras cinzentas = poluição ligeira; barras brancas = poluição insignificante. Códigos dos locais de amostragem tal como na Figura 1.

### Parâmetros Físico-Químicos

#### BOD e COD

BOD, é definida como a demanda bioquímica de oxigénio dos microorganismos para metabolizarem a matéria orgânica. A

COD por sua vez, é definida como a quantidade de oxigénio necessária para a oxidação química da matéria orgânica (Carpeto, 1999). Estes dois parâmetros são usados para medir o consumo de oxigénio, dado que água não poluída está normalmente saturada de oxigénio. Entretanto, este  $O_2$  pode ser removido para a estabilização (biológica ou química) dos compostos orgânicos em compostos mais estáveis e inertes tais como  $CO_2$ ,  $NO_3$  and  $H_2O$  (Carapeto, 1999). Dando assim, a quantidade relativa de substâncias biologicamente degradáveis e persistentes nas águas (Carapeto, 1999).



**Figura 3.** Média ( $\pm$  SD) de BOD e COD encontrados na Baía de Maputo nas distâncias de amostragem 0 m (barras pretas), 50 (barras cinzentas) e 100 metros (barras brancas). Códigos dos locais de amostragem tal como na Figura 1.

No presente estudo, os valores da BOD a 0 metros foram baixos da praia dos Pescadores ao Miramar, variando de 6.9 a 17.1 mg/l. (Figura 3). Os pontos de drenagem, à mesma distância, apresentaram valores de BOD elevados (93.1 a 110.0 mg/l). Todas as amostras recolhidas a 50 e a 100 metros apresentaram valores de BOD baixos, contudo a Ponta Vermelha apresentou valores elevados a 50 metros (48.4 mg/l) e a 100 metros (35.9 mg/l).

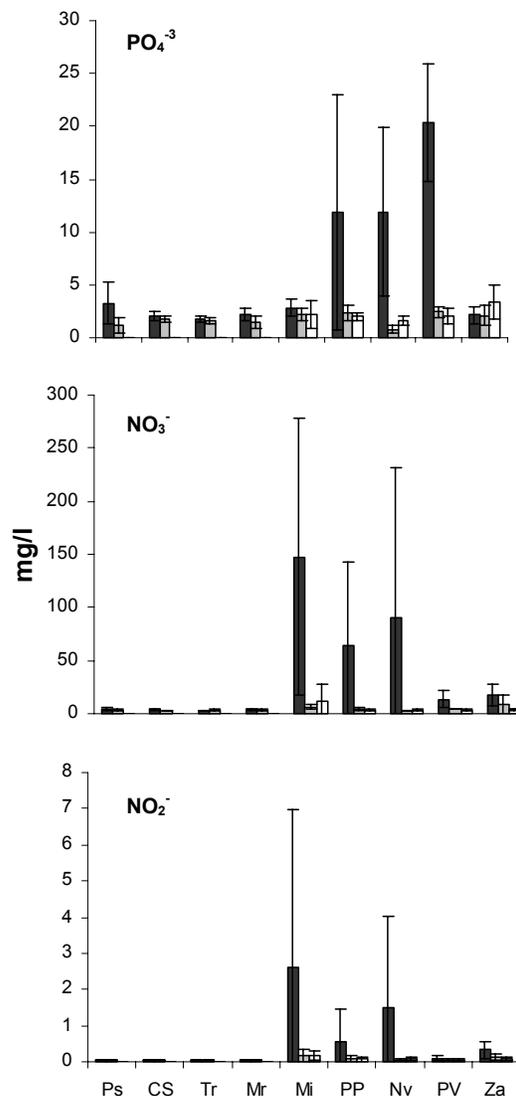
Os valores de COD foram similares em todos os pontos de amostragem. Miramar foi a excepção com valores elevados nos pontos de amostragem de 0 m (150.9 mg/l) e 100 metros (154.3 mg/l).

#### Nutrientes (Fosfatos, Nitratos e Nitritos)

Os locais de drenagem Penha Palhota (11.9 mg/l), Naval (11.9 mg/l) e Ponta Vermelha (20.3 mg/l) tiveram concentrações elevadas de fosfatos à distância de 0 metros (Figura 4). Os restantes pontos de colheita apresentaram valores médios de fosfatos abaixo dos 4.0 mg/l.

Os nitratos apresentaram, para todos os pontos de amostragem, a 0 metros, concentrações abaixo dos 15 mg/l (Figura 4), com a excepção dos pontos de drenagem Miramar (147.3 mg/l), Penha Palhota (63.7 mg/l) e Naval (89.7 mg/l). Os drenos, a 0 metros de distância apresentaram valores mais elevados de nitritos de 2.6 mg/l no Miramar e 1.5 mg/l no Naval (Figura 4).

Nas distâncias de 0 e 50 metros, foram detectados níveis insignificantes de nitritos.

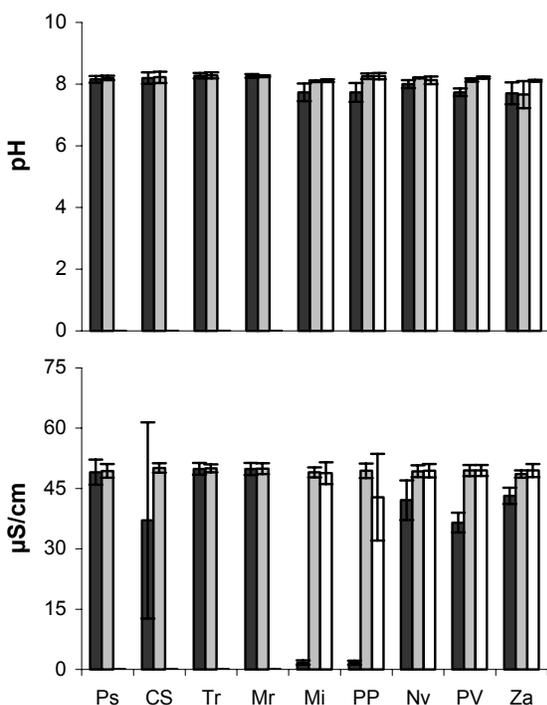


**Figura 4.** Média ( $\pm$  SD) de fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ), nitratos ( $NO_3^-$ ) e nitritos ( $NO_2^-$ ) encontrados na Baía de Maputo. Distâncias de amostragem: 0 m = barras pretas; 50 m = barras cinzentas e 100 m = barras brancas. Códigos dos locais de amostragem tal como na Figura 1.

#### pH and Condutividade Eléctrica

Em todos os locais de amostragem, o pH esteve acima de 7.7 e apresentou variações muito pequenas (Figura 5). A condutividade elétrica foi também similar em todos os locais com valores acima de 35

$\mu\text{S/cm}$ . Valores muito baixos foram encontrados nos pontos de drenagem Miramar e Penha Palhota aos 0 metros, com uma condutividade eléctrica média de  $1.7 \mu\text{S/cm}$  (Figura 5).



**Figura 5.** Média ( $\pm$  SD) de pH e condutividade eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ; b) encontradas aos 0 m (barras negras), 50 m (barras cinzentas) e 100 m (barras brancas) pontos de sub-amostragem. Códigos dos locais de amostragem tal como na Figura 1.

## DISCUSSÃO

A praia dos Pescadores e a praia da

Costa do Sol são duas praias sob forte influência humana e não possuem meios sanitários apropriados para satisfazer as necessidades biológicas dos residentes, banhistas e outros utilizadores destas, afectando assim, provavelmente a qualidade das suas águas. Outro factor que poderá explicar os níveis de poluição encontrada nestas zonas, e possivelmente o mais importante é facto de estas praias estarem sob a influência do mangal da Costa do Sol (Pereira *et al.*, 2002), que escoar águas residuais contaminadas das habitações que ocorrem na sua proximidade.

Fazendo uma comparação dos níveis de poluição encontrados nas principais praias Costa do Sol, Triunfo e Marítimo ao longo dos diferentes anos (Tabela 2), pode-se observar que estas mantiveram desde 1981, níveis da qualidade das águas bons e um grau de contaminação de 1, de acordo com os padrões estipulados pela OMS de 1977 (LNHAA, 1981; Tabela 1). Embora entre 1995 e 1996 (Tabela 2), a praia do Marítimo tenha tido aumentos nos seus níveis de poluição e apresentado em várias ocasiões níveis elevados de coliformes fecais, no presente estudo foi observada uma queda dos níveis de poluição, provavelmente devido ao facto de o local de amostragem denominado Marítimo ser diferente nos diversos estudos (LNHAA, 1981; Veiga, 1993

**Tabela 2.** Poluição de coliformes fecais (NMP/100 ml) nas praias da Costa do Sol, Triunfo e Marítimo de 1981 a 2004.

Ano	Locais de Amostragem			Fonte
	Costa do Sol (CS)	Triunfo (Tr)	Marítimo (Mr)	
1981	7	20	69	LNHAA, 1981
1995	<3-93	<3-4	70-150	Fernandes, 1995
1996	4-150	4-150	<3-4600	Fernandes, 1996
1999	3	-	28	Maia, 1999
2004 (0 m)	36	3	3	Presente estudo
2004 (50 m)	460	3	3	Presente estudo

e Fernandes, 1995; 1996). Por outro lado, Miramar, apresenta uma deterioração dos níveis de poluição ao longo dos anos (Tabela 3). Isto possivelmente porque, nos últimos anos novas construções têm vindo a aflorar nas suas proximidades e como consequência são drenadas além das águas pluviais, águas residuais vindas destas novas construções, tal como reportado por Fernandes (1996) e Gabinete de Drenagem (*com. pes.*).

**Tabela 3.** Poluição de coliformes fecais (NMP/100 ml) no ponto de drenagem do Miramar de 1981 a 2004.

Ano	MPN/100 ml	Fonte
1981	390	LNHAA, 1981
1995	<3 – >2.4x10 <sup>5</sup>	Fernandes, 1995
1996	4.6x10 <sup>3</sup> – >2.4x10 <sup>5</sup>	Fernandes, 1996
2004 (0 m)	2.4x10 <sup>5</sup>	Presente estudo

Situação preocupante e que se mantém já desde 1981 (LNHAA, 1981), é o elevado nível de poluição de coliformes fecais que se manifesta a partir do Penha Palhota ao Zambé (Figura 2). Uma parte das águas residuais da cidade de Maputo não passa pela ETAR, sendo conduzidas directamente para a Baía de Maputo através dos pontos de drenagem que fazem parte do antigo sistema de drenagem construído em 1948 (LNHAA, 1981; informação do Gabinete de Drenagem de Maputo, Ministério de Obras Públicas e Habitação). Os pontos de drenagem da Ponta Vermelha ao Zambé, são os mais críticos pois provocam a contaminação das águas até a uma distância de 100 metros da boca do dreno, pois são drenos com descargas contínuas.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, suportaram de um modo

geral, os níveis da poluição microbiológica encontrados, por exemplo os elevados valores de BOD encontrados apenas nos pontos de drenagem. Estudos feitos sobre a qualidade das águas no Rio Infulene também encontraram valores de BOD elevados (150 mg/l) devido à forte descarga de duas grandes fábricas, a 2M e a Fapacar (van Buuren, 1994; van Buuren & van der Heide 1995). Os valores de COD encontrados no presente estudo foram similares em todas as áreas e mais baixos que os obtidos pelo LNHAA (1981). No entanto, tal como referido no estudo de 1981 (LNHAA, 1981), COD poderá não ser um indicador apropriado de poluição microbiológica em águas costeiras.

Em relação aos nutrientes (fosfatos, nitratos e nitritos), pH e condutividade elétrica estes também confirmam os elevados valores de poluição fecal encontrados nos pontos de drenagem do Miramar, Penha Palhota, Naval e Ponta Vermelha. Qureshi *et al.* (2001) reportaram que a diminuição dos níveis de pH nos locais de drenagem está associada a baixos valores de condutividade elétrica, o que foi observado no presente estudo (Figura 5). A condutividade elétrica média aumentou com a distância da boca de descarga tal como reportado por van Buuren (1994) e van Buuren & van der Heide (1995) no Rio Infulene.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As águas da Baía de Maputo apresentaram elevados níveis de poluição nos pontos de drenagem. No que diz respeito às praias Costa do Sol, Triunfo e Marítimo não apresentaram níveis preocupantes de poluição. Ao contrário da praia dos

Pescadores, que apresentou um nível de poluição microbiológica ligeira. Assim, recomenda-se que:

- a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) funcione em pleno;
- se implemente um programa de monitoria periódico da qualidade das águas da baía;
- se promova acções de consciencialização pública aos banhistas e outros utentes sobre o estado das águas da baía de Maputo, nomeadamente sobre os perigos da pesca e outras actividades recreativas junto aos pontos de drenagem;

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro dado pelo BlackSmith Institute para a implementação do projecto. À IUCN-Moçambique e à Fundação Ford pelo apoio adicional providenciado. Ao senhor Marcelino Lucas e a todos os técnicos do Laboratório Nacional de Higiene, Águas e Alimentos (LNHAA) pelo apoio técnico no desenho, colheita e análise de amostras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berg, G., D. R. Dahling, G. A. Brown & D. Berman (1978). Validity of fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci as indicators of viruses in chlorinated primary sewage effluents. *Applied and Environmental Microbiology*, **36**: 880-884.
- Carapeto, C. (1999). Poluição das águas. Causas e efeitos. Universidade Aberta. Lisboa.
- Casadei, E. (1989). Moçambique: Águas, Alimentos e Ambiente. Roma, MOSLIV.
- Cheevaporn, V. & P. Menasveta (2003). Water pollution and habitat degradation in the Gulf of Thailand. *Marine Pollution Bulletin* **47**: 43-51.
- Costa, M. (1987). Métodos de análise para águas residuais. Ministério da Saúde. LNHAA. Maputo. Central Impressora.
- Bezuidenhout, C. C., N. Mthembu, T. Puckree & J. Lin. (2002). Microbiological evaluation of the Mhlathuze River, KwaZulu-Natal (RSA). *Water SA*, **28**: 281-286.
- Direcção Nacional de Medicina Preventiva – LNHAA (1981). Inquérito sobre a poluição da Baía de Maputo. Ministério da Saúde, *Cadernos de Saúde*, **10**: 1-31.
- Fernandes, A. (1995). Poluição na Baía de Maputo: Níveis de contaminação de 1968 a 1996. *Revista Médica de Moçambique*, **6**: 27-31.
- Fernandes, A. (1996). Poluição costeira: factos e figuras. In: Dias, D., P. Scarlett, J. Hatton & A. Macia (eds). Proceedings do workshop sobre o Papel da Investigação da Gestão da Zona Costeira. 75-81 pp. Maputo, Departamento de Ciências Biológicas, UEM.
- Fernandes, A., M. T. Murta, A. Manuel, I. Amado, I. & Z. Abixai. (1993). Poluição na Baía de Maputo. *Revista Médica de Moçambique*, **4**: 17-22.
- Greeberg, A. E., R. R. Trussel, L. S. Clesceri & M. A. H. Franson. (1985). Standard methods. for the examination of water and wastewater. 16ª ed, 1268 pp. Washington, American Public Health Association.
- Hadasa, O., M. G. Corradinib & M. Pelegb (2004). Statistical analysis of the fluctuating counts of fecal bacteria in the water of Lake Kinneret. *Water Research*, **38**:79-88
- Hoguane, A. M., V. F. Dove & C. I. Sete (2002). Water masses and circulation of Maputo Bay. In: Hoguane, A. M., H. Motta & M. A. M. Pereira (eds). Proceedings of the II National Conference on Coastal Zone Research. 9-16 pp. Maputo, CDS-ZC/MICOA/SEACAM/UEM.
- Instituto Nacional de Estatística (1997). II Recenseamento geral da população e habitação 1997. Indicadores sócio-demográficos – Cidade de Maputo. CD-ROM. Igualmente disponível em <http://www.ine.gov.mz>
- Kalk, M. (1995). A Natural History of Inhaca Island. Mozambique. 3ª ed. Johannesburg, Witswatersrand University Press.
- LNHAA (1997). Métodos de análise de água. Maputo, Ministério da Saúde.

- Maia, R. C. (1999) Water quality and environment in Mozambique. Determination of major chemical elements and trace metals in sea water on Maputo bay. PhD thesis. Moscow.
- Massinga, A. & J. Hatton (1996). Status of the coastal zone of Mozambique. In: Lundin, C. G. & O. Lindén (eds). Proceedings of the National Workshop on Integrated coastal zone management in Mozambique. 7- 68 pp. Sida/The World Bank.
- Nevondo, T. S. & T. E. Cloete (1999). Bacterial and chemical quality of water supply in the Dertig village settlement. *Water SA*, **25**: 215-220.
- O'Donoghue, S. & D. J. Marshal (2003). Marine pollution in South Africa: A status report. *South African Journal of Science*, **99**: 349-356.
- Pereira, M. A. M. & E. J. S. Videira (2004). Avaliação preliminar da percepção pública sobre a degradação e conservação da praia da Costa do Sol (Maputo). Poster apresentado na III Conferência Nacional sobre Investigação na Zona Costeira. Maputo, 27-29 Julho de 2004.
- Pereira, M. A. M., E. J. S. Videira & K. G. S. Abrantes. (2002). Biodiversity and nursery importance of Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay. Poster apresentado na Environmental Long-term Observatories of Southern Africa (ELTOSA) International Conference Ecology and Biodiversity in Southern Africa. Ilha da Inhaca, 22-24 July, 2002.
- Qureshi, R. M., A. Mashiatullah, M. Fazil, E. Ahmad, H. A. Khan & M. I. Sajjad (2001). Seawater pollution studies of the Pakistan coast using stable carbon isotope technique. 224-229 pp. Proceedings of 1<sup>st</sup> COMSATS Meeting on "Water Resources in the South: Present Scenario and Future Prospects". Islamabad, November 1-2, 2001. Islamabad, COMSATS.
- van Buuren, J. C. L & J. van der Heide (1995). Abatement of the water pollution in the Infulene Basin. Final Report. Communications of the Department of Water Management, Environmental and Sanitary Engineering. Nº 63. TUDelft. UEM.
- van Buuren, J. C. L. (1994). Physico-chemical water quality of the Infulene River. Report of the monitoring period: April-December 1993. Infulene Environmental Project. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Eduardo Mondlane University.
- Veiga, M. (1993). Contribuição para o estudo do impacto das descargas de águas residuais e pluviais sobre a qualidade da água da Baía de Maputo. Tese de Licenciatura. Maputo, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, Instituto Superior Pedagógico.