

# Investigação sobre o comprometimento ambiental da balneabilidade da praia de Manaíra em João Pessoa-PB

Dário Macedo Lima<sup>[1]</sup>, Mirella Leôncio Motta e Costa<sup>[2]</sup>, Viviane Silva Lima<sup>[3]</sup>, Gilcean Silva Alves<sup>[4]</sup>, Diego Rodrigues de Lucena<sup>[5]</sup>

[1] [dario\\_jpmacedo@hotmail.com](mailto:dario_jpmacedo@hotmail.com). [2] [mirellamotta@yahoo.com.br](mailto:mirellamotta@yahoo.com.br). [3] [ianelima\\_silva@hotmail.com](mailto:ianelima_silva@hotmail.com). [4] [gilcean.alves@ifpb.edu.br](mailto:gilcean.alves@ifpb.edu.br). [5] [diegorodriguesdelucena@gmail.com](mailto:diegorodriguesdelucena@gmail.com). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

## RESUMO

As zonas costeiras são espaços muito afetados pela alta concentração demográfica, apresentando, por isso, diversos problemas ambientais. As praias, constituintes desses espaços, acabam, por sua vez, perdendo muitas de suas funções, tanto em termos de importância para o homem, principalmente em relação ao lazer, como em termos de importância ambiental, como parte integrante dos ecossistemas. Nesse contexto, os esgotos domésticos se apresentam como um dos principais degradadores do ambiente praiano, causando danos ao meio ambiente, à economia e à saúde da população, afetando a balneabilidade, por exemplo. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou fazer uma investigação sobre o comprometimento ambiental da balneabilidade da praia de Manaíra em João Pessoa-PB, desenvolvendo um estudo da frequência da impropriedade da praia para o banho e avaliando parâmetros físico-químicos e microbiológicos de caracterização das águas e de efluentes advindos de galerias de águas pluviais que deságuam naquele ambiente. Com o trabalho pode-se concluir que a alta frequência com que a praia permanece imprópria ao banho está relacionada a ligações clandestinas de esgotos domésticos à rede de águas pluviais. Também foi possível concluir que esse lançamento indevido pode estar trazendo grande contaminação por microorganismos patogênicos e amônia (NH<sub>3</sub>-N).

**Palavras-chave:** Zonas costeiras. Praias. Balneabilidade. Esgotos domésticos.

## ABSTRACT

*The coastal areas are greatly affected by the high concentration of population, presenting therefore many environmental problems. The beaches, constituents of these spaces, lose many of its functions, both in terms of importance to human, especially in relation to leisure, and in terms of environmental importance as an integral part of ecosystems. In this context, wastewater is presented as a major degrader of the beachy environment, causing damage to the environment, economy and health of the population, affecting the balneability, for example. Accordingly, this study aimed to do a research on the environmental commitment of the balneability of Manaíra beach in João Pessoa, Paraíba, Brazil, developing a study of frequency of the impropriety of the balneability on the beach and evaluating the physical, chemical and microbiological characterization of water parameters and effluents arising from storm sewer falling in that environment. With the work can be concluded that the high frequency at which the beach remains improper for bathing is related to the clandestine domestic sewage to the stormwater network. It was also possible to conclude that this ejection may be bringing big undue contamination by pathogenic microorganisms and ammonia (NH<sub>3</sub>-N).*

**Keywords:** Coastal areas. Beaches. Balneability. Wastewater.

## 1 Introdução

As zonas costeiras são regiões do planeta muito afetadas pela forte ação humana exercida nessas áreas, uma vez que é nesse espaço de interação entre a terra, o mar e o ar que se encontra grande parte da população mundial. Em 1994, cerca de 37% da população do globo, uma porcentagem equivalente à população mundial de 1950, vivia a um raio de 60 quilômetros da costa (COHEN *et al.*, 1997). As consequências negativas causadas pelo aumento demográfico nas zonas costeiras são multiplicadas pela pobreza e pelos padrões de consumo humano, os quais exercem pressão cada vez maior sobre os recursos naturais terrestres e marinhos, bem como sobre os oceanos.

As praias, constituintes desses espaços, têm muitas de suas funções comprometidas pelos problemas ambientais causados pelo homem, principalmente aquelas relacionadas ao lazer.

Nesse sentido, o despejo de efluentes líquidos sem tratamento nas praias está entre as grandes causas de degradação do ambiente praiano e marinho, causando impactos nos âmbitos social, econômico e ambiental.

O comprometimento da balneabilidade das águas das praias é um dos efeitos mais visíveis, expondo os banhistas a vírus, bactérias e protozoários e podendo ocasionar diversas doenças relacionadas aos esgotos. Além disso, o despejo de efluentes sem tratamento nas águas das praias pode provocar poluição por matéria orgânica e nutrientes (nitrogênio e fósforo).

Com base nisso, no Brasil, foram estabelecidos padrões de qualidade para fins de balneabilidade pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, os quais estão contidos na Resolução CONAMA nº 274/2000.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 também traz consigo padrões de qualidade para corpos hídricos que têm como finalidade a recreação de contato primário, e juntamente com a Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece também padrões de lançamento de efluentes.

Na cidade de João Pessoa-PB, as praias urbanas, de maneira geral, não apresentam grandes problemas de comprometimento de sua balneabilidade. Todavia, as praias de Manaíra e Bessa se apresentam como impróprias para banho com grande frequência, de acordo com relatórios semanais de balneabilidade

divulgados pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba (SUDEMA).

Esse comprometimento da balneabilidade de algumas praias da cidade pode estar relacionado ao grande crescimento populacional de alguns bairros da orla e aos despejos de efluentes sem tratamento nas praias, resultado de ligações clandestinas de esgotos domésticos à rede de drenagem pluvial, desconfigurando e prejudicando o funcionamento do sistema separador absoluto de esgotamento sanitário.

Diante de fatores que incluem a grande frequência do comprometimento da balneabilidade, o vasto potencial turístico e a elevada presença de banhistas, a praia de Manaíra foi escolhida como área de estudo da pesquisa, que tem como objetivo fazer uma investigação sobre o comprometimento ambiental da balneabilidade dessa praia, identificando as galerias poluentes, caracterizando o efluente por ela despejado, compreendendo a interferência desses poluentes na qualidade ambiental das águas daquela praia e identificando as possíveis fontes de poluição e as ações corretivas e mitigadoras para sanar o impacto ambiental causado pelo despejo dos esgotos sanitários na praia.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Seleção e caracterização da área de estudo

A cidade objeto de estudo é João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Localiza-se na região Nordeste do Brasil, na porção mais oriental das Américas, com longitude oeste de 34,86° e latitude sul de 7,11°.

De acordo com o Censo Demográfico 2010, João Pessoa conta com uma população de 723.515 habitantes, distribuída em uma área de 211,474 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 3.421,30 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2012).

A cidade tinha, em 2009, segundo o IBGE, um PIB de R\$ 8.638.008 mil, configurando-se como a 52ª cidade mais rica do Brasil e a cidade mais rica do estado da Paraíba, sendo responsável por 30,12% do PIB do estado.

João Pessoa desponta como um forte destino turístico no Nordeste do Brasil e vem apresentando grande crescimento do fluxo de visitantes todos os anos. O turismo agrega 5,4% da população empregada (SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO, 2012).

A cobertura urbana pessoense apresenta atualmente um gradiente nítido de níveis de ocupação. Na

porção norte da orla, a ocupação urbana é consolidada e apresenta-se em forte processo de verticalização em alguns trechos. Essa tendência de adensamento e avanço da malha urbana formal e informal pressiona ambientes ainda com atributos naturais preservados, principalmente na porção sul da orla. A formalidade das ocupações é mais perceptível na porção norte, onde ocorre a matriz urbana. Já a informalidade das ocupações e dos usos ocorre em graus variados ao longo da orla, sendo mais perceptível na porção sul, tanto para atividades comerciais quanto para uso residencial, que por vezes encontram-se sobrepostos. (MMA, 2004).

De acordo com o relatório do Projeto Orla (MMA, 2004), 22,5% da população de João Pessoa ocupa a orla ou faz uso direto dela.

A parte mais antiga e, portanto, mais densamente habitada da orla é o trecho onde ficam as praias de Cabo Branco, Tambaú e Manaíra. Atualmente se encontram nesses bairros os mais diversos serviços, como agências bancárias, mercados públicos, feiras livres, escolas (particulares e públicas), lojas, minishoppings, livrarias, videolocadoras, supermercados, entre outros (MMA, 2004).

Essa expansão urbana significativa no litoral da capital paraibana é expressa em parte pelo crescimento da população urbana na área. Esse fato resultou não só no crescimento urbano do ponto de vista espacial, mas relativamente no processo de crescimento das atividades comerciais. No entanto, as explicações para esse fenômeno são várias, sendo o aspecto econômico considerado aqui como um dos mais significativos, portanto, o que mais se impõe (MORAIS, 2009).

Como exemplo disso, temos o desenvolvimento da atividade turística na orla de João Pessoa que, embora tenha surgido nos anos 1980, está promovendo uma nova dinâmica no processo de produção socioespacial, de forma que, atualmente, ela se configura como uma das mais importantes atividades econômicas da Paraíba (MORAIS, 2009).

A rápida ocupação do solo no litoral de João Pessoa, aliada à falta de planejamento urbano adequado, indicam que os recursos ambientais nesta área estão todos ameaçados, chegando em alguns casos a níveis críticos de sustentabilidade (MORAIS, 2009).

Dentre essas ameaças está a disposição inadequada dos esgotos domésticos. De acordo com o Censo Demográfico 2010, realizado pelo IBGE, 28,2% dos domicílios de João Pessoa não possuem formas

de esgotamento sanitário consideradas adequadas (RELATÓRIOS..., 2012). Já um estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil em 2009, que teve como base o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, constatou que apenas 46% dos moradores da cidade têm acesso à rede coletora de esgotos.

Essa deficiência da cidade pode, por sua vez, estar relacionada ao constante comprometimento da balneabilidade de algumas de suas praias.

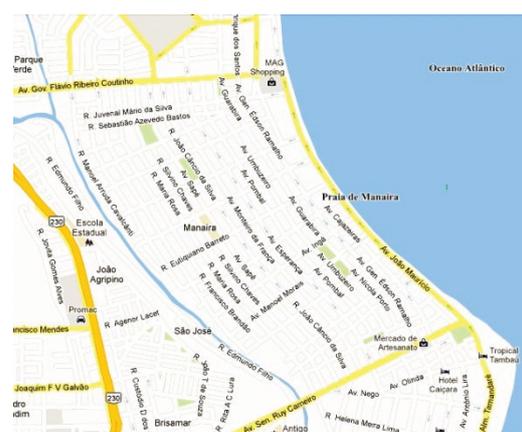
Praias como Bessa I e Manaíra são classificadas constantemente como impróprias para o banho, de acordo com relatórios semanais de balneabilidade divulgados pela SUDEMA.

Nesse sentido, entendeu-se que o comprometimento da balneabilidade das praias da cidade precisa ser compreendido com maior propriedade. A praia de Manaíra, por sua vez, mostrou merecer uma atenção especial, por apresentar intensa atividade balneária e um potencial turístico, recreativo e esportivo bastante significativo, tendo sido selecionada como área de estudo para aplicação da metodologia proposta neste projeto.

A praia de Manaíra está localizada no bairro de mesmo nome, e limita-se ao sul com a praia de Tambaú, através do final da Avenida Senador Rui Carneiro, e ao norte com a Avenida Flávio Ribeiro Coutinho; a leste limita-se com o Oceano Atlântico, e a oeste com a Avenida João Maurício (Figura 01).

O bairro de Manaíra conta com uma população de 26.369 habitantes, possuindo uma densidade demográfica de 11.147,53 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). É neste bairro que se encontra o metro quadrado residencial mais caro da cidade, segundo pesquisa realizada em 2012 pelo Instituto de Pesquisa Quatro LTDA (IP4) (MANAÍRA..., 2012).

Figura 1 – Mapa do bairro de Manaíra.



Fonte: Google Maps (2012)

É um bairro visivelmente nobre, bastante verticalizado, que conta com boa infraestrutura de serviços e lazer. De acordo com Lima (2004), Manaíra possui um Índice de Qualidade de Vida Urbana (IQVU) de 0,798 numa escala que varia de 0 a 1.

A praia de Manaíra é totalmente urbanizada. Apresentam-se a seguir algumas de suas principais características na época da pesquisa do Projeto Orla (MMA, 2004):

- a orla é ligeiramente côncava, abrangendo porções convexas entre uma praia e outra;
- a praia é semi-exposta;
- o acesso é direto, por via urbanizada;
- há quiosques, sendo a maioria padronizados, em área de uso comum;
- a ocupação urbana é a matriz, é formal e consolidada, com intensa verticalização;
- ocupações informais pontualmente;
- uso misto, residencial, comercial e de serviços;
- pequenas dunas com fragmentos de vegetação típica de restinga;
- presença de corais na faixa marítima, destacando-se o “Picãozinho”, que em face à sua importância ecológica e turística, enseja proteção legal;
- a pesca artesanal de arrasto é comum;
- a praia é fundeadoura de embarcações pesqueiras e abriga o Mercado de Peixes;
- a feira de artesanato é ponto de destaque, havendo ainda comércio fixo e ambulante destinado ao público local e aos turistas;
- a existência de “barracas” irregulares sobre áreas de uso público é marcante;
- a praia abriga eventos esportivos, culturais e religiosos;
- apresenta potencial turístico, recreativo e esportivo, além de capacidade estrutural para adensamento urbano (90% da infraestrutura implantada);
- intensa atividade balneária, apesar da praia de Manaíra apresentar-se imprópria ao contato primário.

O Projeto Orla identificou em 2004 que a poluição da praia por esgotos domésticos estava relacionada à ocupação imprópria da praia por barracas, bares, hotéis, estacionamentos e mercado de peixes em área de uso comum. Apesar das várias intervenções da prefeitura na área desde 2004, a balneabilidade da praia ainda encontra-se comprometida.

Nesse contexto, a praia de Manaíra foi escolhida como região de estudo, em resumo, pelos seguintes motivos:

- recebe uma grande quantidade de banhistas;
- possui um grande potencial turístico;
- abriga corais na sua faixa marítima;
- apresenta atividade pesqueira;
- apresenta-se frequentemente como imprópria.

No intuito de caracterizar a praia, foi feito um estudo de quantificação da frequência em que a praia permanece imprópria, baseado em relatórios semanais de balneabilidade das praias de João Pessoa divulgados pela SUDEMA. Por isso, entrou-se em contato com o órgão, para que ele fornecesse esses relatórios semanais de balneabilidade referentes a todo o ano de 2011.

O órgão, alegando problemas técnicos, repassou apenas as planilhas de classificação que compreendiam a semana 19 (3ª semana de maio/2011) e desde a semana 21 (4ª semana de maio/2011) até a semana 52 (última semana de dezembro/2011) do referido ano. Mesmo incompletos, os dados forneceram uma boa base na seleção e caracterização da área de estudo, permitindo desdobramentos como:

- identificar a frequência com que a praia de Manaíra ficou imprópria;
- comparar os resultados de balneabilidade da praia de Manaíra com os de outras praias da cidade.

Os relatórios foram ainda confrontados com as precipitações registradas em João Pessoa-PB no mesmo período para que se possa compreender a relação das chuvas no comprometimento da balneabilidade.

## 2.2 Escolha de parâmetros para análise das águas do mar e de efluentes

Essa etapa do estudo esteve relacionada à escolha dos parâmetros que definem a qualidade do efluente que é despejado na praia. Também foram escolhidos parâmetros que definissem a qualidade da água do mar e que auxiliasse no entendimento da influência do despejo do efluente na qualidade ambiental daquele trecho do corpo hídrico. Esses parâmetros foram escolhidos para posterior análise em laboratório e a sua escolha foi baseada nos seguintes pontos:

- padrões regidos pela legislação vigente;
- parâmetros considerados importantes em termos de poluição das águas causada por esgotos;
- caracterização do efluente e do corpo d'água;
- disponibilidade de execução dessas análises em laboratório.

Nesse sentido, foram escolhidos os seguintes parâmetros a serem analisados:

### - Água do mar (6 parâmetros)

- Coliformes;
- Temperatura;
- Amônia;
- Nitrito;
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- pH.

### - Efluente (7 parâmetros)

- Sólidos Sedimentáveis;
- $DBO_5$ ;
- Amônia;
- Nitrito;
- pH;
- Coliformes;
- Temperatura.

## 2.3 Metodologia de amostragem

Em seguida, foram definidas a frequência, o número de coletas e a localização das estações de amostragem.

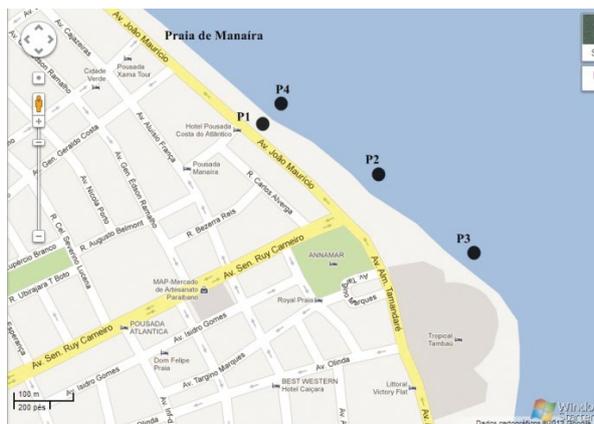
Seguindo as orientações da Resolução CONAMA nº 274/2000, a frequência de coleta é semanal e devem ser efetuadas durante 5 semanas. Apesar de a Resolução estar se referindo à qualidade da água em relação à balneabilidade, a equipe executora da pesquisa definiu que essa seria também a frequência e o número de coletas para o efluente que é despejado da galeria, uma vez que essa definição deve estar submetida às razões determinantes do estudo.

Com relação à localização dos pontos de amostragem da água do mar, esses foram definidos de acordo com os seguintes tópicos (ver Figura 2):

- Localização da estação de amostragem da SUDEMA e que revela o frequente comprometimento da balneabilidade daquela praia (P2);
- Proximidade da fonte de poluição, no caso, uma das galerias (FEEMA, 1983), em um estudo de controle da qualidade de águas de recreação para contato primário, os pontos escolhidos para a coleta das amostras devem se localizar na zona de influência, a fim de realmente caracterizarem os lugares impróprios à balneabilidade (P4);
- Localidade com isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas (Resolução CONAMA nº 274/2000) (P2, P3 e P4);
- Proximidade de prédios como o do Tropical Hotel Tambaú e o do Mercado do Peixe, que por estarem em contato direto com a praia podem estar gerando algum tipo de contaminação (P3).

Nessa etapa da pesquisa também foi feita uma visita de campo para reconhecimento da área de estudo (Figura 3).

**Figura 2** – Localização aproximada das estações de Amostragem



- P1 – Efluente - Saída da Galeria.
- P2 – Água do Mar – Isóbata de 1 m, em frente ao Bahamas Bar.
- P3 – Água do Mar – Isóbata de 1 m, entre o Hotel Tambau e o Mercado do Peixe.
- P4 – Água do mar – Isóbata de 1 m, em frente à galeria.

Fonte: Adaptado do Google Maps.

**Figura 3** – (a) Saída da Galeria: corresponde ao P1. (b) Zona de mistura do efluente da galeria nas águas da praia. Fonte: Produção Própria.



## 2.4 Metodologias de análise dos parâmetros

Outro importante ponto do estudo foi a escolha das metodologias que iriam determinar os valores dos parâmetros avaliados pela pesquisa.

### 2.4.1 Coliformes

Foram determinados a partir da técnica dos tubos múltiplos. O método consiste em inocular alíquotas da amostra de água ou diluições dela em uma série de tubos com meio de cultura apropriado e observar o crescimento bacteriano. Esse se manifesta como câmbio na cor do meio líquido e turbidez ou, só turbidez ou turbidez e gás. O gás se observa retido em tubos de Durham que foram colocados previamente dentro do tubo com meio de cultura (CE-BALLOS, 1996). O número de tubos positivos – nos quais ocorreu crescimento de gás – em cada diluição é utilizado para determinar o Número Mais Provável (NMP) desse microrganismo na amostra de água analisada, consultando uma tabela estatística (tabela de McGrady) (ABELHO, 2011).

### 2.4.2 Amônia

A determinação da amônia foi realizada pelo método do Indofenol. Nesse método, a amônia reage com o hipoclorito em solução ligeiramente alcalina formando a monocloroamina que em presença de fenol e excesso de hipoclorito forma o azul de indofenol. A reação é catalizada por nitroprussiato de sódio e a intensidade da cor desenvolvida é proporcional à quantidade de nitrogênio amoniacal presente na amostra. A leitura é feita num espectrofotômetro em comprimento de onda de 640 nm usando uma cubeta de 1 cm (FEEMA, 1983).

### 2.4.3 Nitrito

Foi determinado pelo método da diazotação. Nesse método, a concentração de nitrito é determinada através da formação de um corante azo, púrpura-avermelhado, por diazotação da sulfanilamida pelo nitrito presente na água em meio ácido e posterior reação com N-naftiletilenodiamina. A leitura é feita em espectrofotômetro, a 535 nm (FEEMA, 1983).

#### 2.4.4 Oxigênio dissolvido

Foi determinado em campo por meio do método do eletrodo com membrana. É um método de fácil execução em campo, muito usado por permitir o monitoramento contínuo de oxigênio. Além de não sofrer interferências na leitura quando na presença de substâncias que interfeririam no resultado se utilizássemos o método iodométrico, por exemplo (SILVA; OLIVEIRA, 2001).

#### 2.4.5 DBO<sub>5</sub>

A DBO<sub>5</sub> é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante (20 °C) e durante um período de incubação, também fixo, de 5 dias. É medida pela diferença do OD antes e depois do período de incubação (MACÊDO, 2005).

Se a demanda de oxigênio da amostra é maior do que sua disponibilidade em oxigênio dissolvido, diluições devem ser feitas (FEEMA, 1983).

#### 2.4.6 Sólidos sedimentáveis

O teste é executado no Cone Imhoff. Ele se baseia na sedimentação dos resíduos em suspensão devido à influência da gravidade e o resultado é dado em mL/L (FEEMA, 1983).

#### 2.4.7 pH

O pH foi determinado a partir do método potenciométrico, no qual a leitura é feita eletrometricamente com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. Uma pequena quantidade da amostra é mergulhada no eletrodo do aparelho, que automaticamente faz a leitura do valor do pH.

#### 2.4.8 Temperatura

A temperatura foi medida através de um termômetro digital.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Frequência

A praia de Manaíra é monitorada pela Sudema em duas estações, a primeira é a 6.02B, que está localizada próxima ao Bahamas Bar, ao sul da praia; a segunda estação é a 6.02C, que fica ao norte da praia, nas proximidades da Quadra de Manaíra. De

acordo com as planilhas de classificação semanais disponibilizadas pela SUDEMA, a estação 6.02B ficou imprópria em 30,3% das semanas avaliadas. Já a estação 6.02C recebeu classificação de imprópria em 57,57% das semanas avaliadas. A praia do Bessa I, por sua vez, ficou imprópria em 36,36% das semanas avaliadas.

Como era esperado, as praias de Manaíra e Bessa apresentam um maior grau de comprometimento da balneabilidade (Tabela 1).

**Tabela 1** – Frequência com que as praias se apresentaram impróprias para o banho nas semanas avaliadas.

	<b>Praia</b>	<b>Estação</b>	<b>Frequência (%)</b>
1 <sup>a</sup>	Manaíra	6.02C	57,57
2 <sup>a</sup>	Bessa I	6.01	36,36
3 <sup>a</sup>	Manaíra	6.02B	30,3
4 <sup>a</sup>	Cabo Branco	6.04 <sup>a</sup>	6,06
4 <sup>a</sup>	Cabo Branco	6.04C	6,06
5 <sup>a</sup>	Tambaú	06.03A	3,03
5 <sup>a</sup>	Sol	06.08	3,03

Os relatórios de balneabilidade da praia de Manaíra também foram confrontados com os índices de chuvas registrados no período pelo posto pluviométrico João Pessoa/DFAARA (Tabelas 2 e 3). Esse índice pluviométrico mensal está disponível no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

**Tabela 2** – Praia de Manaíra – estação 6.02B.

<b>Mês</b>	<b>Índice Pluviométrico Registrado (mm)</b>	<b>Frequência em que a praia permaneceu imprópria (%)</b>
Junho	228,3	100
Julho	404,9	0
Agosto	204,9	0
Setembro	32,4	0
Outubro	9	0
Novembro	44,9	0
Dezembro	8,4	80

**Tabela 3** – Praia de Manaíra – estação 6.02C.

Mês	Índice Pluviométrico Registrado (mm)	Frequência em que a praia permaneceu imprópria (%)
Junho	228,3	80
Julho	404,9	0
Agosto	204,9	25
Setembro	32,4	20
Outubro	9	100
Novembro	44,9	50
Dezembro	8,4	100

Observando os resultados pode-se concluir que não existe uma relação obrigatória entre o volume de chuva e o comprometimento da balneabilidade. No mês de junho, quando a precipitação foi de 228,3 mm, a praia de Manaíra ficou imprópria na maior parte do tempo. Já o mês de julho apresentou uma precipitação ainda mais elevada, 404,9 mm, e nenhum dos pontos de amostragem da praia apresentaram águas impróprias ao banho. No mês de dezembro, período de estiagem no litoral da Paraíba, a cidade de João Pessoa registrou uma precipitação de apenas 8,4 mm, e a praia, por sua vez, apresentou uma frequência de inapropriabilidade bastante elevada.

A partir desses estudos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Apesar de se saber que após um período de chuvas um pouco mais fortes a tendência das praias é apresentar um nível de contaminação mais elevado, os resultados mostraram que a precipitação e a frequência com que a praia fica imprópria não estão intimamente relacionadas.

- Nesse sentido, podemos especular que essa frequência está mais relacionada ao volume de águas residuárias despejadas nas galerias. Essa relação pode ser indicada pelo fato de a praia se apresentar imprópria ao banho mesmo em meses secos, confirmando a presença dos esgotos domésticos ligados à rede de águas pluviais.

- Outras fontes poluentes da praia precisam ser estudadas e consideradas.

### 3.2 Resultados das análises laboratoriais

#### 3.2.1 Coliformes

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para coliformes termotolerantes nas 5 semanas avaliadas, bem como sua classificação.

A expressiva presença de coliformes termotolerantes nas amostras do P1 indica a contaminação por esgotos domésticos, resultado das ligações clandestinas à galeria de águas pluviais.

Nesse sentido, o efluente despejado pela galeria possivelmente é o grande responsável pelo comprometimento da balneabilidade das águas do local, uma vez que todos os pontos de amostragem de águas do mar, que são situados nas proximidades da galeria, foram classificados como impróprios para o contato primário de acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000. Segundo a referida Resolução, o corpo d'água pode apresentar no máximo 1000 CF/100ml em 80% ou mais das amostras das cinco semanas para ter suas águas classificadas como próprias para a balneabilidade. Esse limite foi ultrapassado nos pontos 2 e 4.

**Tabela 4** – Resultados para Coliformes Termotolerantes nos diferentes pontos de amostragem e classificação de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000

Ponto	Semana 1 (NMP/100ml)	Semana 2 (NMP/100ml)	Semana 3 (NMP/100ml)	Semana 4 (NMP/100ml)	Semana 5 (NMP/100ml)	Classificação
1	24 000	*	230 000	1 600 000	33 000	-
2	210	20 000	2 865	3 500	1 800	Imprópria
3	230	865	125	60	3 500	Imprópria
4	490	2 850	770	9 200	630	Imprópria

NMP = Número Mais Provável

\*Ausência de amostra devido à interrupção do fluxo da galeria por ação da maré.

Ainda segundo a Resolução, as águas também são consideradas impróprias quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 CF/100ml, o que ocorreu com o ponto de amostragem 3.

Além da galeria estudada, outras galerias despejam seus efluentes na praia, o que evidencia que elas também podem estar contribuindo no comprometimento da balneabilidade do local.

### 3.2.2 Temperatura, pH e OD

No ponto 1 as temperaturas variaram entre 27,7 °C e 30,5 °C, dentro dos padrões de lançamento preconizados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que delimita uma temperatura máxima de 40 °C no ponto de lançamento de efluentes. O pH variou entre 7,55 e 8,09 durante as 5 semanas, também dentro dos padrões de lançamento, que delimitam um pH entre 5 e 9.

Nos pontos 2, 3 e 4 as temperaturas variaram entre 26,1 e 28,8 °C. Já o pH ficou entre 7,96 e 8,14 durante as 5 semanas, dentro dos padrões, já que a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que o pH das águas que se encaixem na classificação Águas Salinas (Classe 1) precisa estar entre 6,5 a 8,5.

Os resultados de oxigênio dissolvido também não variaram muito. Nos pontos 2, 3 e 4 os valores de OD ficaram entre 7,26 e 8,69 mg/L O<sub>2</sub>, dentro dos padrões legais permitidos para a referida classe de água de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Esse resultado mostra que o efluente da galeria não exerce grande influência na concentração de oxigênio na água do local, o que pode ser explicado pela intensa movimentação nas águas devido à ação das ondas.

### 3.2.3 DBO<sub>5</sub>

Os resultados da DBO<sub>5</sub> na saída da galeria estão dispostos na Tabela 5.

Os valores da DBO do P1 mostraram que o efluente não possui a carga orgânica presente em esgotos domésticos típicos, que está entre 250 e 400 mg/L, de acordo com Von Sperling (2005).

Esse resultado pode estar relacionado à diluição do esgoto doméstico nas águas pluviais. Estudos, como os realizados por Philipi *et al.* (2003) e Gomes *et al.* (2010), apresentam resultados que mostram reduções expressivas na DBO mediante à diluição de efluentes líquidos em águas pluviais. Philipi *et al.* (2003), por exemplo, observou uma redução de

97,73% na carga orgânica do esgoto devido à diluição nas águas da chuva.

**Tabela 5** – Resultados para DBO nas semanas avaliadas no ponto 1

Semana	DBO <sub>5</sub> (mg/L)
1	89,5
2	*
3	36,42
4	8,5
5	29,5

NOTAS: \* Ausência de resultados para a semana 2 devido à interrupção do fluxo da galeria por ação da maré e impossibilidade de coleta da amostra. \*\* As amostras para DBO não foram coletadas nos mesmos horários e datas das amostras para a quantificação dos outros parâmetros por impossibilidade de recebimento no laboratório.

Nos meses em que foram realizadas as coletas, agosto e setembro de 2012, foram registrados pela estação pluviométrica João Pessoa/DFAARA, 81,1 e 36,7 mm de chuva respectivamente.

Na zona de estudo em questão, outro fator que contribui para a diluição dos esgotos ainda dentro da galeria são as águas marinhas, que em determinados períodos do dia, devido à maré alta, invadem a tubulação.

Apesar desses fatores, os valores da DBO ainda mostraram-se expressivos em algumas semanas, alcançando os 89,5 mg/L na semana 1.

### 3.2.4 Amônia (NH<sub>3</sub>-N) e Nitrito (NO<sub>2</sub>-N)

A Tabela 6 apresenta as concentrações de amônia nas amostras das 5 semanas avaliadas.

A maior parte das amostras coletadas nos pontos 2, 3 e 4 obtiveram concentrações de amônia maiores do que as delimitadas pelos padrões legais de qualidade. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece uma concentração máxima de 0,4 mg/L de Nitrogênio Amoniacal em Águas Salinas – Classe 1. Esse limite foi extrapolado em todos os referidos pontos nas semanas 1, 3, 4 e 5.

O ponto 1, por sua vez, foi o que apresentou as maiores concentrações de amônia, mas não apresentou valores acima do permitido. Já que ele é regido pela Resolução de lançamento CONAMA nº 430/2011, que delimita uma concentração máxima de 20 mg/L de nitrogênio amoniacal.

O P1 também não apresentou concentrações de amônia típicas de esgotos domésticos, que está entre 20 e 25 mg/L, de acordo com Von Sperling (2005).

Tabela 6 – Concentração de Amônia (NH<sub>3</sub>-N) nas semanas avaliadas.

Ponto	Semana 1 (mg/L)	Semana 2 (mg/L)	Semana 3 (mg/L)	Semana 4 (mg/L)	Semana 5 (mg/L)
1	*	0,45	*	1,82	2,07
2	1,5	**	0,96	0,93	0,88
3	1,13	0,12	0,77	0,96	0,59
4	0,81	0,05	0,97	1,01	0,67

NOTAS: \* Ausência de amostra devido à interrupção do fluxo da galeria por ação da maré. \*\* Concentração pequena e não detectável pelo alcance do método de análise adotado. As amostras para determinação de amônia não foram coletadas nos mesmos horários e datas das amostras para a quantificação dos outros parâmetros por impossibilidade de recebimento no laboratório.

Mais uma vez, a explicação para essas concentrações relativamente baixas de amônia na saída de uma galeria contaminada por águas servidas pode estar associada à diluição dos esgotos em águas pluviais e em águas marinhas, ainda dentro da galeria.

Os estudos realizados por PHILIPI *et al.* (2003), também apresentaram reduções expressivas de 92,54% na concentração de nitrogênio amoniacal presente inicialmente no esgoto mediante à diluição em águas das chuvas.

Em resumo, pode-se concluir que o ponto 1 está dentro dos padrões de qualidade para lançamento de efluentes considerando o parâmetro nitrogênio amoniacal. Apesar disso, ele pode estar influenciando

a qualidade das águas da região, uma vez que todas as estações de amostragem próximas à galeria apresentaram concentrações de amônia acima dos limites legais permitidos.

Essa relação pode ser explicada em parte pelos próprios resultados. Na Semana 2, a concentração de amônia na saída da galeria foi menor que as das demais semanas, 0,45 mg/L, e conseqüentemente nenhum dos pontos de amostragem de água do mar apresentou valores de amônia acima dos permitidos.

A Tabela 7 apresenta os resultados para nitrito. Nenhum dos pontos de amostragem apresentou uma concentração de nitrito acima dos valores máximos permitidos pela legislação.

Tabela 7 – Concentração de nitrito (NO<sub>2</sub>—N) nas semanas avaliadas.

Ponto	Semana 1 (mg/L)	Semana 2 (mg/L)	Semana 3 (mg/L)	Semana 4 (mg/L)	Semana 5 (mg/L)
1	*	0,0497	*	0,0978	0,0362
2	0,0015	0,0070	0,0105	0,0070	0,0097
3	**	0,0057	0,0041	0,0049	0,0063
4	**	0,0028	0,0065	0,0060	0,0070

NOTAS: \* Ausência de amostra devido à interrupção do fluxo da galeria por ação da maré. \*\* Concentração pequena e não detectável pelo alcance do método de análise adotado. As amostras para determinação de nitrito são as mesmas amostras utilizadas na determinação de amônia.

Em relação às demais estações de amostragem, o P1 apresentou as concentrações mais expressivas, mas a legislação de lançamento de efluentes (CONAMA nº 430/2011) não estabelece limites para o parâmetro. De acordo com Von Sperling (2005), esgotos domésticos típicos apresentam presença praticamente nula de nitrito.

Já a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Águas Salinas – Classe 1) delimita um valor máximo 0,07 mg/L de nitrito na água, concentração que não foi ultrapassada em nenhuma das amostras.

Esse resultado mostra que o efluente não está interferindo na qualidade da água com relação a esse parâmetro.

### 3.2.5 Sólidos sedimentáveis

Nenhuma das amostras do P1 apresentaram resultados para sólidos sedimentáveis fora dos padrões estabelecidos para o lançamento de efluentes (CONAMA nº 430/2011), ficando abaixo de 1 ml/L. Os esgotos domésticos típicos apresentam concentrações de sólidos sedimentáveis que variam entre 10 e 20 ml/L (VON SPERLING, 2005). A diluição dos esgotos nas águas pluviais e nas águas marinhas podem explicar a baixa concentração de sólidos sedimentáveis nas amostras.

## 4 Conclusão

O comprometimento ambiental da praia de Maíra pode ser explicado em parte, pelo despejo de efluentes domésticos ligados clandestinamente às galerias de águas pluviais. Essa afirmativa pode ser comprovada pelos seguintes itens:

- Elevada frequência da praia como imprópria para o contato primário, mesmo em meses secos, apesar de não se observar uma relação obrigatória entre volume de chuva e frequência de inapropriabilidade;
- Elevada concentração de coliformes termotolerantes na saída da galeria, o que comprova a contaminação;
- Pontos de amostragem em torno da galeria classificados como impróprios para o banho;
- Elevada concentração de amônia nas águas da praia.

Com o estudo, também foi possível concluir que esse efluente líquido despejado pela galeria interfere principalmente em parâmetros como coliformes termotolerantes e amônia.

Em termos de saúde pública, o comprometimento desses parâmetros é muito prejudicial. Sabe-se que os coliformes termotolerantes indicam a presença de outros microorganismos patogênicos e podem causar inúmeras doenças aos banhistas.

Já a alta concentração de amônia pode induzir ao crescimento de algas e também prejudicar os peixes, pois o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico a eles.

A presença de amônia na água, mais acentuada em relação à de nitrito, também indica uma poluição recente.

Outro importante desdobramento do estudo foi a verificação da eficiência da diluição do esgoto doméstico para reduzir impactos ao meio ambiente. Observou-se que a diluição do esgoto em águas pluviais e do mar contribuiu para que parâmetros como a DBO mantivesse valores reduzidos.

Apesar dessa grande capacidade de diluição que detêm as águas das chuvas e o mar, as ligações clandestinas de esgoto às galerias precisam ser eliminadas. Medidas de fiscalização e investigação das residências ou estabelecimentos comerciais que estabeleceram essas ligações são necessárias. Além da saúde da população, a contaminação da praia causa danos ao meio ambiente e ao turismo.

## REFERÊNCIAS

- ABELHO, M. **Protocolos de Microbiologia Ambiental: Parte 3. Qualidade microbiológica da água**. Disponível em: <[http://www.esac.pt/Abelho/MicroAmbiental/Protocolos%20MA%5B3%5D\\_2010\\_2011.pdf](http://www.esac.pt/Abelho/MicroAmbiental/Protocolos%20MA%5B3%5D_2010_2011.pdf)>. Acesso em: jan. 2012.
- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Climatologias dos postos monitorados**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2012.
- CEBALLOS, B. S. O.; KÖNIG, A. **Manual de Técnicas de Laboratório para Análise de Águas Residuárias Brutas e Tratadas**. Laboratório de Saneamento – AESA – UFPB, 1996.
- COHEN, J. E.; SMALL, C.; MELLINGER, A.; GALLUP, J.; SACHS, J. **Estimates of coastal populations**. Science 278, 1211-1212, 1997.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 274 de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <[www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama)>. Acesso em: jul. 2012.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 357 de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: jul. 2012.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 430 de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: jul. 2012.

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Manual do meio ambiente: métodos FEEMA.** Rio de Janeiro: FEEMA, 1983. 134 p.

GOMES, E. R.; SILVA, S. A.; JÚNIOR, J. L. O.; SOUZA, D. N. **Estudo da diluição de água pluvial em esgoto tratado para reúso integrado na jardinagem do IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.** *Campus: Juazeiro do Norte.* In: Engema, XII, 2010, São Paulo-SP.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2005-2009.** Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005\\_2009/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/)>. Acesso em: jul. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades: João Pessoa – PB.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=250750>>. Acesso em: jul. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). **Sinopse por setores.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>>. Acesso em: jul. 2012

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Índice de saneamento básico de JP piora.** Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/detalhe.php?codigo=7877>>. Acesso em: jul. 2012.

LIMA, M. A. S. **Morfologia urbana, qualidade de vida e ambiental em assentamentos espontâneos: o caso do Bairro São José – João Pessoa – PB.** 2004. Dissertação de Mestrado. PRODEMA/IFPB.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** 3 ed. Belo Horizonte-MG, 2005. 601p.

MANAÍRA tem o m<sup>2</sup> residencial mais caro de João Pessoa, diz pesquisa. **PORTAL G1,** 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2012/04/manaira-tem-o-m-residencial-mais-caro-de-joao-pessoa-diz-pesquisa.html>>. Acesso em: Jan. 2013.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla: plano de intervenção na orla do município de João Pessoa.** Disponível em: <<http://www.ligiatavares.com/gerencia/uploads/arquivos/055cd422dc2cf559bf2dfe5641f18972.pdf>>. Acesso em: jul. 2012

MORAIS, L. M. F. A. **Expansão urbana e qualidade ambiental no litoral de João Pessoa-PB.** 156 p. Dissertação de Mestrado. UFPB. João Pessoa. 2009.

PHILIPPI, L. S.; SEZERINO, P. H.; PETERS, M. R.; LAPOLLI, F. R. **Reúso Combinado de águas cinza (grey water) e água de chuva em unidade residencial.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES, n. 23. 2003, Foz do Iguaçu.

RELATÓRIOS Dinâmicos – Indicadores Municipais: João Pessoa – PB. **PORTAL ODM.** Disponível em: <<http://www.portalodm.com.br/relatorios/pb/joao-pessoa>>. Acesso em: jul. 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO. **A capital: apresentação.** Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/setur/joaopessoa/apresentacao/>>. Acesso em: jul. 2012.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. **Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias.** Campina Grande, Paraíba: O Autor, 2001, 266p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 452 p.