



Revista de Gestão Costeira Integrada -
Journal of Integrated Coastal Zone
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos
Hídricos

de Gois, Luis A.; e Oliveira, Niédja M. G. A.

A Contribuição do Escoamento Superficial e da Drenagem de Águas Pluviais para os
Processos Erosivos no Litoral de Olinda, Pernambuco, Brasil

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,
vol. 10, núm. 4, 2010, pp. 457-481
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340131004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

A Contribuição do Escoamento Superficial e da Drenagem de Águas Pluviais para os Processos Erosivos no Litoral de Olinda, Pernambuco, Brasil *

The Contribution of the Surface Runoff and the Pluvial Water Draining for the Erosive Processes in the Coast of Olinda, Pernambuco, Brasil

Luis A. de Gois ^{@,1}, Niédja M. G. A. e Oliveira ²

RESUMO

A instalação e o agravamento de processos erosivos costeiros em razão do escoamento das águas superficiais e do direcionamento das redes de drenagem das águas pluviais para as faixas de praia têm se tornado um problema comum ao longo da costa brasileira e, com isto, se constituindo em mais um objeto de preocupação para o gerenciamento costeiro, principalmente, por se originar, essencialmente, em decorrência da interferência humana nos espaços costeiros. Em Olinda, uma cidade costeira predominantemente tomada por processos erosivos marinhos, naturais ou induzidos, este cenário não difere do restante do litoral brasileiro, e a cidade também tem se deparado ao longo de seu litoral com a erosão de suas praias motivadas pelo escoamento das águas superficiais e pelo deságue da rede de drenagem de águas pluviais. O crescimento populacional e a consequente expansão da urbanização, de forma desordenada, impôs a ocupação e a impermeabilização inadequada do ambiente praial, canalizando e intensificando o escoamento destas águas para as praias e provocando severas alterações neste ambiente de enorme fragilidade, inclusive com o risco de comprometimento da balneabilidade devido à presença de ligações clandestinas de esgotos. Não obstante aos intensos distúrbios provocados por estes lançamentos, o despejo destas águas vem barrando um fenômeno natural e espontâneo de deposição sedimentar que está ocorrendo na Praia de Bairro Novo. Nesse sentido, este estudo se propõe, a partir de um trabalho de monitoramento, desenvolvido no período de 2004 a 2010, a revelar os distúrbios e alterações promovidas por este tipo de erosão nas praias do Carmo e de Bairro Novo, em recorte do litoral olindense, bem como, sugerir medidas de correção, ou de mitigação, dos impactos advindos deste processo erosivo.

Palavras-Chave: processos erosivos, erosão pluvial, litoral de Olinda

[@] Autor correspondente: luis.de.gois@uol.com.br

¹ ITEP – Instituto Tecnológico de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire, 700. Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. CEP. 50.740-540.

² UPE – Universidade de Pernambuco, Av. Agamenon Magalhães, s/n - Santo Amaro, Recife, PE, Brasil. CEP. 50.100-010; ITEP – Instituto Tecnológico de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire, 700. Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. CEP. 50.740-540.

* Submissão – 13 Julho 2010; Avaliação – 24 Agosto 2010; Recepção da versão revista – 17 Novembro 2010; Disponibilização on-line – 12 Janeiro 2011

ABSTRACT

The installation and the aggravation of coastal erosive processes in reason of the draining of superficial waters and the aiming of the nets of draining of pluvial waters for the beach bands if have become a common problem throughout Brazilian coast and, with this, if constituting in plus an object of concern for the coastal management, mainly, for if originating, essentially, as a result of human interference on coastal areas. In Olinda, a coastal city predominantly taken by marine erosion, natural or induced, this scenario does not differ from the rest of the Brazilian coast, and the city also has encountered along its coastline through erosion of beaches motivated by the flow of surface water and the outflow of the drainage system of rainwater. Population growth and the consequent expansion of urbanization, disorderly, ordered the occupation and inadequate sealing of the beach environment, channeling and enhancing the flow of that water to the beaches and causing severe changes in this environment of acute vulnerability, including the risk of compromising the bathing due to the presence of illegal connections to sewers. Not obstante to the intense riots provoked for these launchings, the ousting of these waters comes barring a natural and spontaneous phenomenon of deposition sedimentary that is occurring in the Beach of Bairro Novo. Thus, this study proposes, from a monitoring work, conducted during the period 2004 to 2010, reveal the disturbances and the amendments introduced by this type of erosion on the beaches of Carmo and Bairro Novo, Olinda littoral Cutout and suggest corrective measures, or mitigation of impacts resulting from this erosion process.

Keywords: erosion, rain erosion, coast of Olinda

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos, o litoral tem se constituído em uma zona de intensa atratividade para a ocupação humana. A enorme variedade de opções de uso faz com que a região costeira se torne uma relevante fonte sócio-econômica. Atualmente, segundo dados do SEDAC (*Socioeconomic Data and Applications Center – Columbia University*) cerca de 40% da população mundial vive a menos de 100 km da costa. Sua riqueza biológica associada às características e aspectos ambientais próprios forma uma enorme diversidade de ecossistemas tornando-se de grande valor ecológico, ambiental e, consequentemente, turístico. O somatório desses atrativos, entre outros fatores, tem contribuído para que a erosão costeira tenha se constituído em um problema que vem despertando o interesse em todo o mundo e, em específico, da comunidade científica. O desaparecimento das praias, e o consequente recuo da linha de costa, tornaram-se um dos principais objetos de estudo relacionados com a degradação ambiental, além de se constituir em um enorme desafio para a gestão costeira.

Por se tratar de uma área de interface entre o continente e o oceano, o litoral está inteiramente sujeito a intensas e constantes alterações, constituindo-se em uma ambiente em permanente estado de mutação. Muitas das alterações costeiras estão relacionadas com a ocorrência de fenômenos naturais, tais como tempestades, ressacas e possíveis

alterações meteorológicas. No entanto, o homem tem exercido uma significativa interferência nestas alterações, ao modificar os sistemas naturais a partir de ações como a extração de areias em rios e estuários, dragagens de portos, construções de barragens, ocupações irregulares e desordenadas e uma série de outras ações que contribuem para o desequilíbrio das costas.

A principal interferência sentida no equilíbrio de uma zona costeira é a alteração em seu balanço sedimentar, ou seja, a diferença entre os volumes de sedimentos que chegam e que saem desse ambiente, promovendo os fenômenos de erosão ou de acresção (progradação).

A erosão, caracterizada pelo déficit sedimentar, dentre os problemas que mais interferem no ambiente costeiro, é o que mais desperta a atenção em escala mundial, principalmente em razão das áreas costeiras antropizadas ficarem mais expostas ao ataque das ondas.

As praias desempenham importante papel como agente natural de proteção costeira. No entanto, as praias são compostas essencialmente por sedimentos inconsolidados, constituídos por areias, cascalhos e fragmentos de conchas, acumulados especialmente pela ação das ondas, dos ventos e das correntes, e sujeitas, além destes mesmos fenômenos, à interferência antrópica, no processo de desacúmulo sedimentar.

Para Melo (2005) “*De um modo geral, a ocupação de terrenos geologicamente instáveis, as obras de engenharia mal planejadas e a exploração desordenada dos recursos naturais são as causas principais dos impactos ambientais observados na zona costeira [...].*”

Em um universo de tantos agentes causadores dos processos erosivos ao longo das costas em todo o mundo, provavelmente, nenhum outro seja tão genuinamente provocado pela ação antrópica quanto a erosão causada pelo direcionamento das águas superficiais e das redes coletoras de águas pluviais para as faixas de praia, uma vez que esta ocorrência se dá, essencialmente, em função das obras projetadas pelo homem.

Este tipo de erosão se destaca pela enorme capacidade de desagregar e de transportar os sedimentos. A relação de intensidade “volume x velocidade” num mesmo ponto de lançamento resulta na formação de ravinas e no arrasto dos sedimentos já depositados, além de barrar o aporte de novos sedimentos.

Cavalcanti (2008) esclarece que “[...] devido à ação da gravidade e a intensidade do escoamento superficial, o processo de erosão é acentuado. [...] A erosão superficial ou laminar prepondera, onde a água atinge os solos na superfície, desagregando-os e transportando as partículas menores”.

Estas intervenções, através do direcionamento das redes de galerias pluviais e das águas superficiais para a praia, despejam um grande volume hídrico sem uma condução hidráulica adequada e exercem influência significativa no perfil praial e no balanço sedimentar, provocando fortes perturbações neste ecossistema, inclusive, comprometendo a balneabilidade das praias, pois, em virtude da deficiência de saneamento, há um grande risco de contaminação das praias pela presença das várias contribuições de resíduos e de esgotos oriundos de ligações clandestinas nas redes de drenagem, como é o caso de especificidade da área de pesquisa.

De acordo com Perez *et al.* (2008), “*Vários impactos potenciais relacionados a alterações indesejáveis da vazão líquida e da taxa de diversos constituintes presentes na massa líquida que aportam às zonas costeiras, causadas tanto por fenômenos hidrológicos, ou decorrentes da ação antrópica, podem impactar os meios físicos e bióticos.*”

Um fator que tem favorecido o escoamento das águas superficiais para o sistema praial é o alto índice

de urbanização das áreas costeiras. A crescente e desordenada ocupação destas regiões promovem a impermeabilização do solo e, consequentemente, impedem a infiltração da água, aumentando os picos de vazão nos cursos d’água e induzindo ao surgimento de sangradouros.

Para Figueiredo & Calliari (2005) “[...] o aumento do número de sangradouros nos trechos mais urbanizados é notório, podendo acarretar em déficit sedimentar praial e consequente erosão costeira em casos mais extremos, devido ao maior transporte de sedimentos para zona de arrebentação pelos sangradouros.” (Figura 1).



Figura 1. Despejos de sangradouros na pós-praia do Balneário de Pinhal, Rio Grande do Sul.

Fonte: Figueiredo & Calliari (2005).

Manter em equilíbrio o perfil praial em uma determinada faixa costeira é extremamente importante no controle do recuo da linha de costa. E isto significa não permitir que a evasão de sedimentos se sobreponha ao processo natural de achega. Ou melhor, ainda, é permitir que estes sedimentos se acumulem em maior volume do que saiam e, assim, promover um processo de acresção que se contrapõe aos possíveis fenômenos erosivos.

Contrariamente, permitir o despejo das águas de drenagem, bem como do escoamento das águas superficiais na praia, é contribuir diretamente para alterações nos perfis de praia e intensificar ou, até mesmo, dar início a um processo de erosão e de recuo na linha de costa, além de contribuir para a ocorrência de fortes impactos neste ecossistema.

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de evidenciar o processo erosivo ocasionado pela ação

das águas superficiais e pela drenagem de águas pluviais no litoral de Olinda, avaliar as consequências decorrentes destes despejos, inclusive o risco de comprometimento na balneabilidade das praias, e de sugerir medidas de correção e ou de minimização dos seus efeitos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. O município de Olinda

Olinda é uma cidade costeira do estado de Pernambuco pertencente à Região Metropolitana do Recife (RMR) e que está situada à 08°01'483" de latitude S e 34°51'423" de longitude W O, estando a uma altitude de 16m, limitando-se ao norte com o município do Paulista à 07°56'24" de latitude S, ao sul com a cidade do Recife à 08°03'14" de latitude S e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 2).

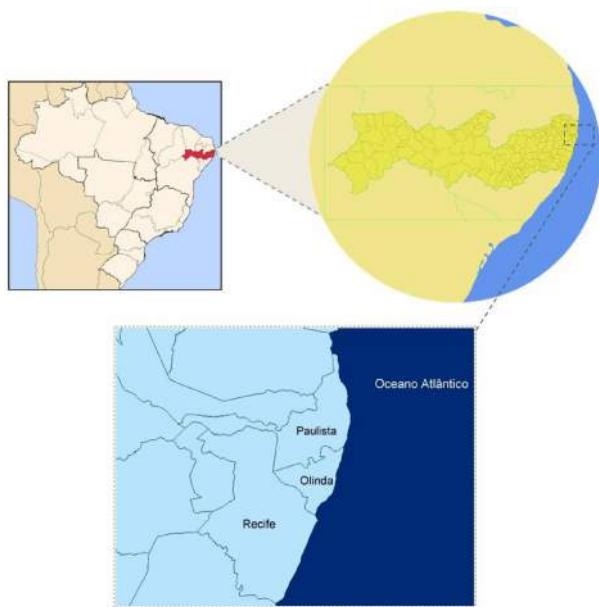


Figura 2. Localização da área de estudo.

Com uma extensão territorial de 43,55km², segundo dados da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM, o município conta com uma população de 367.902 habitantes, dos quais 98% encontram-se em áreas urbanas e apenas 2% em áreas rurais, possuindo uma densidade demográfica de 8.988,54hab./km², a mais

alta do estado e uma das maiores do Brasil. Possui um clima tropical, quente e úmido, com temperatura média anual de 24°C. Sua vegetação é composta de mata atlântica, campos, mata de restinga e manguezais.

Além de possuir uma enorme beleza natural, Olinda, que é uma das mais antigas cidades do Brasil, também é um dos mais importantes centros culturais brasileiros, tendo sido a segunda cidade brasileira a ser declarada pela UNESCO Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade, e eleita, em 2005, a primeira Capital Brasileira da Cultura.

2.2. Geologia

Do ponto de vista da geologia regional, o município de Olinda está localizado na Bacia da Paraíba, que se limita com a Bacia de Pernambuco através do Lineamento Pernambuco (Figura 3).



Figura 3. Localização da Bacia da Paraíba e áreas vizinhas.

Fonte: Barbosa & Filho (2005).

Na região costeira, podem ser observadas as unidades geológicas desde o Mesozóico, que retratam a sedimentação ocorrida nas Bacias de Pernambuco e da Paraíba, durante a separação das placas sul-

americana e africana, até unidades que mostram a sedimentação Quaternária.

Segundo Gusmão Filho (2001), “*a geologia de Olinda é representada por duas unidades estratigráficas: a Formação Maria Farinha, constituída por alternâncias de calcários argilosos; e o Grupo Barreiras constituído por areias e argilas com estratificação sub-horizontal, compacidade e consistência variáveis, repousando discordantemente sobre a Formação Maria Farinha*”.

2.3. Hidrografia

O município de Olinda é parte integrante das Bacias Hidrográficas dos Rios Beberibe e Paratibe.

2.3.1. Drenagem urbana

O sistema de macrodrenagem do município de Olinda está concentrado no Rio Beberibe e em seus afluentes (Canal Lava-Tripas e Canal da Malária) e no Rio Paratibe e em seus afluentes (Rio e Canal Fragoso, Canal de Ouro Preto, Canal dos Bultrins e Canal das Tintas).

O sistema de microdrenagem se dá, de uma maneira geral, por meio do escoamento dos pavimentos de vias e através de guias, sarjetas, bocas-de-lobo, canaletas e galerias.

2.4. O litoral de Olinda

O litoral olindense é composto por oito praias (Istmo (Del Chifre), Milagres, Carmo, São Francisco, Farol, Bairro Novo, Casa Caiada e Rio Doce) numa extensão total de aproximadamente 10,0km.

De acordo com o estudo do Monitoramento do Litoral de Olinda (CPRH, 2000) foi identificado ao longo deste litoral quatro setores abrigando as referidas praias (Figura 4).

2.5. Hidrodinâmica da região

2.5.1. Clima de ondas

As ondas desempenham papel fundamental no processo de modelagem da linha de costa. Por se tratar de um importante agente transmissor de energia, gerando variados tipos de correntes e, consequentemente, diferentes padrões de transporte de areia, responde diretamente pelos processos de erosão costeira e pela formação das principais feições

litorâneas. Sendo, portanto, essencial o conhecimento do nível energético das ondas para uma melhor compreensão do comportamento da morfometria praial de uma determinada área.



Figura 4. Identificação dos setores do litoral de Olinda.

Fonte: CPRH (2000).

Para Muehe (2006) “*A principal variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazos é o clima de ondas, responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos transversal e longitudinal à linha de costa*”.

Recentemente, foi apresentado pelo “*Projeto Monitoramento Ambiental Integrado – Avaliação dos Processos de Erosão Costeira nos Municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes (Projeto MAI)*”

(MAI, 2009), desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, a partir de estudos nos períodos de agosto a outubro/2007 e maio a junho/2008, dados sobre o clima de ondas no litoral de Olinda. A altura significativa para os respectivos períodos de estudos foram 0,60m e 0,61m, enquanto que os períodos significativos observados apresentaram os resultados de 5,55s e 6,04s, respectivamente.

Dados relativos ao clima de ondas para o litoral de Olinda foram coletados a partir de medições realizadas nos meses de setembro/2009 e maio/2010 (Tabela 1). A altura foi obtida visualmente, medindo-se a diferença entre a crista e a cava da ondulação, em um determinado ponto da zona de arrebentação, enquanto que o período foi o correspondente a 1/10 do tempo total decorrido para a passagem de onze cristas consecutivas em um ponto fixo. O ângulo de incidência das ondas foi determinado com a utilização de uma bússola.

O tipo de onda mergulhante, com pequeno ângulo de incidência, produz fracas correntes de deriva, o que implica em reduzido transporte longitudinal de sedimento.

2.5.2. Deriva litorânea (transporte longitudinal de sedimento)

Diante dos dados coletados foi possível estimar o volume de areia transportado pela deriva litorânea, cujo volume de 251,46m³/dia (10,48m³/hora) foi obtido a partir da equação empírica de Komar:

$$Q_s = 3,4 (E C_n) \text{ sena cosa}$$

em que, E (energia da onda na zona de arrebentação) é obtida pela relação:

$$E = 1/8 (\rho g H^2)$$

onde ρ (densidade da água do mar) tem valor igual a 1020kg/m³, e C_n (velocidade de grupo das ondas) é dado através da equação:

$$C_n = \sqrt{g/(2H)}$$

Os valores de H (altura de onda na zona de arrebentação) e de σ (ângulo de incidência da onda na zona de arrebentação) foram obtidos a partir dos dados do clima de ondas coletados para este estudo e visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Dados do clima de ondas (litoral de Olinda/PE).

| MÊS | ONDA | |
|--------------------|----------------------|-------------|
| Setembro-09 | Altura (m) | 0,43 |
| | Período (s) | 6,00 |
| | Ângulo de Incidência | 6° |
| | Tipo de Arrebentação | Mergulhante |
| Maio-10 | Altura (m) | 0,44 |
| | Período (s) | 6,00 |
| | Ângulo de Incidência | 6° |
| | Tipo de Arrebentação | Mergulhante |

2.5.3. Regime de ventos

A identificação do regime de ventos tem uma relevante importância, uma vez que estes, além da formação das ondas, interferem significativamente na morfologia da costa através da movimentação da areia após ser depositada na praia.

Ainda segundo dados do Projeto MAI, a cidade de Olinda encontra-se “situada na faixa de influência dos ventos alísios e de baixas pressões atmosféricas (1,016mBar). Durante o período de fevereiro a setembro predominam ventos de SE com velocidades médias de 2,6 a 4,0m.s⁻¹, com ventos mais intensos nos meses de julho e agosto. Durante os meses de outubro e janeiro, predominam ventos E-SE com velocidades de 3,0 a 3,2m.s⁻¹. Ventos de E-NE e menos intensos (2,0 a 2,1m.s⁻¹) ocorrem com mais frequência nos meses de novembro e dezembro”.

2.5.4. Marés

A costa de Olinda pode ser considerada do tipo meso-maré, dominada por ondas e sob ação constante dos ventos alísios. De acordo com as previsões fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN/Marinha do Brasil para o porto do Recife, as marés apresentam altura média de 1,67m, com alturas médias de sizígia de 2,07m chegando ao pico de 2,60m, enquanto que as alturas médias de quadratura apresentam média de 0,97m.

2.6. Área de estudo

A área selecionada para este estudo é composta pelas praias do Carmo e de Bairro Novo, correspondendo, consecutivamente, aos setores 2 e 3 da figura 4.

2.6.1. Praia do Carmo

Esta praia encontra-se limitada ao sul pelas coordenadas UTM 296281 e 9113166 e ao norte pelas coordenadas UTM 296386 e 9113292. Uma praia caracterizada por uma discreta presença de pós-praia, limitada a uma saliência no extremo norte (Figura 5), e substituída, em quase toda a sua extensão, pela presença de uma muralha de enrocamento aderente que, associado à presença dos quebra-mares, estabilizou a linha de costa, mas eliminou o processo de desenvolvimento de praias arenosas. Esta praia apresenta um perfil dissipativo, suave, com predomínio de areia média no estirâncio e areia fina na antepraia.



Figura 5. Praia do Carmo, Olinda/PE.
Fonte: Google (2009).

2.6.2. Praia de Bairro Novo

A praia de Bairro Novo encontra-se limitada ao sul pelas coordenadas UTM 296955 e 9113967 e ao norte pelas coordenadas UTM 297372 e 9115621. Esta faixa litorânea apresenta o maior índice de urbanização do litoral olindense e se particulariza pela grande quantidade de estruturas artificiais de proteção costeira, distribuídas ao longo dos seus quase 2,00km de extensão, numa sucessão de compartimentos formados pela presença de uma bateria de espigões perpendiculares à costa, distribuídos paralelamente,

e espaçados entre si por uma estrutura de enrocamento aderente (Figura 6).



Figura 6. Praia de Bairro Novo, Olinda/PE.
Fonte: Google (2009).

Nesta praia predomina o perfil refletivo suave, com escassez de pós-praia, especificamente nos compartimentos sem areia, e um estirâncio superior, cobertos por areia média seguida de areia grossa no estirâncio inferior e terminando com areia muito fina na antepraia, mostrando uma predominância de sedimentos de granulometria média.

3. METODOLOGIA

A elaboração destes estudos fundamentou a abordagem do tema proposto através da adoção dos métodos de identificação, do monitoramento e da pesquisa aplicada, conforme diagrama de metodologia (Figura 7).

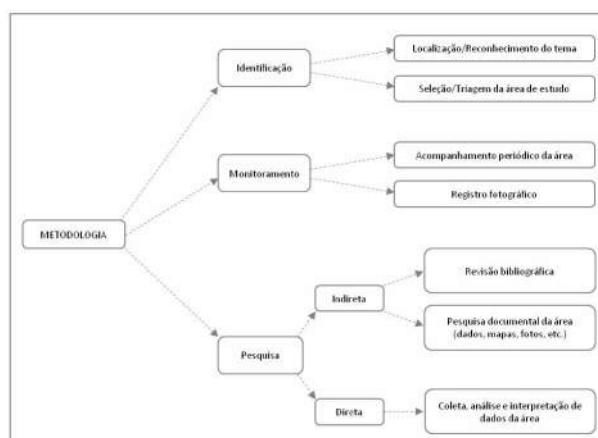


Figura 7. Diagrama de metodologia adotada.

3.1. Identificação

Foi identificada ao longo do litoral de Olinda a ocorrência de diversos pontos de despejos na faixa de praia provenientes da rede de galeria de águas pluviais e do escoamento das águas superficiais. Adotando como principais indicadores, a concentração de pontos em áreas de banho e o volume de efluentes despejados no ambiente praial, foram recortadas para este estudo as praias do Carmo e de Bairro Novo.

3.2. Monitoramento

A partir da identificação das áreas de estudo foi implantado, no período de 2004 a 2010, um trabalho de monitoramento mensal, através do registro fotográfico das áreas em períodos secos e chuvosos e, durante a ocorrência tanto das marés de quadratura, quanto das marés de sísigias. Nestes períodos também foram realizados levantamentos topográficos (perfis de praia) com o propósito de quantificar a capacidade de expulsão de sedimentos do ambiente.

3.3. Pesquisa

Os trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos através da abordagem bibliográfica pertinente à temática, na busca por dados e informações pretéritas e atuais da área, e, paralelamente, através da coleta e análise de dados, com a realização de levantamentos morfodinâmicos, através da realização de perfis topográficos de praia, tratados pelo programa “Surfer 8”, de onde foi possível determinar e comparar as variações volumétricas, e levantamentos hidrodinâmicos de campo alicerçados por dados apresentados por institutos de pesquisas oceanográficas, tais como, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN/ Marinha do Brasil, Sistema de Previsão de Ondas – SPO/UFRJ e o Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM/UFPE.

Foi realizada, ainda nesta etapa de pesquisa, a avaliação do risco de comprometimento da balneabilidade pela interferência destes despejos na praia, fazendo por amostragem em dois drenos, sendo o “dreno 01” na Praia do Carmo (Figura 8, A e B) e o “dreno 02” na Praia de Bairro Novo (Figura 9, A e

B), a coleta de duas amostras de efluentes para cada dreno, uma amostra em dia seco e a outra amostra em dia chuvoso, tendo sido avaliados, preliminarmente, os seguintes parâmetros: pH (Potencial Hidrogeniônico), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e coliformes fecais, tomando como referência, para a análise, as Resoluções CONAMA n.º 274/00 e n.º 357/05 (CONAMA, 2000; 2005).

a)



b)



Figura 8. Dreno 01 – Local de coleta de efluentes, na praia do Carmo, Olinda/PE. (imagens A e B).

Fonte: A - Google (2009) / B - Acervo do Autor (2010).

a)



b)



Figura 9. Dreno 02 – Local de coleta de efluentes, na praia de Bairro Novo, Olinda/PE (imagens A e B).
Fonte: A - Google (2009) / B - Acervo do Autor (2010).

4. RESULTADOS

Praia do Carmo

Nesta praia, já caracterizada anteriormente, foram identificados ao longo do período de realização deste estudo a presença de 04 (quatro) pontos de despejo da rede de drenagem das águas pluviais (Figura 10), e cujos drenos desaguam suas contribuições na faixa de praia em direção ao oceano.

Durante o monitoramento desta área foi registrado que, no ano de 2005, durante a implantação da estrutura de proteção do avanço do mar (enrocamento aderente) e da rede de drenagem das águas pluviais na orla do Carmo, os pontos 1, 2 e 3, desta rede,

foram direcionados para lançar suas contribuições por meio de tubulações ($\varnothing = 1,20\text{m}$) para dentro da estrutura de enrocamento aderente. Este procedimento evitou o direcionamento dos despejos diretamente na faixa de praia e se mostrou eficiente ao impedir a desagregação dos sedimentos ali depositados, minimizando, assim, possíveis alterações na morfodinâmica praial.



Figura 10. Praia do Carmo – localização dos 04 pontos de despejos monitorados.

Fonte: Google (2009).

No entanto, em abril/2009, a obstrução em uma das caixas da rede de drenagem, provocada em decorrência dos trabalhos de urbanização da Praça João Pessoa, foi o suficiente para evidenciar, durante um evento chuvoso, o poder erosivo e a capacidade de arrasto de sedimentos que as águas superficiais, e de drenagem das águas pluviais, podem exercer sobre o ambiente praial.

As águas que antes eram conduzidas pela tubulação, então obstruída, extravasaram de suas caixas de coleta e, somadas às águas superficiais, convergiram para as ruas que dão acesso à praia promovendo um arrasto de sedimentos que deu origem a formação de um ravinamento, resultando na alteração dos perfis de praia nesta área. (Figura 11, A e B).

Além da interferência que as redes de drenagem exercem na faixa de praia em decorrência da ação das águas pluviais, a faixa de praia do Carmo também está sujeita aos despejos provocados pela presença de ligações clandestinas neste sistema, pois embora em períodos em que não há a ocorrência de chuvas as tubulações continuam a despejar ininterruptamente um volume de efluentes neste ambiente, a exemplo do dreno situado atrás do prédio dos Correios (Figura 12, A e B), impondo à praia e, consequentemente, aos usuários e banhistas, um forte risco de contaminação.

a)



b)



b)



Figura 11. Praia do Carmo – Vista da faixa de pós-praia após a erosão provocada pelo extravasamento de um coletor de águas pluviais. (imagens A e B).

Fonte: Acervo do Autor (2009).

Figura 12, a)



Figura 12. Despejo contínuo de efluentes na praia do Carmo, interferindo na morfodinâmica praial através da formação de sulcos erosivos provenientes do curso d'água, imagens A e B.

Fonte: Acervo do Autor (2010).

Praia de Bairro Novo

Esta praia, a exemplo da maior parte do litoral olindense, tem como principal característica o déficit sedimentar, facilmente percebido pela ausência de pós-praia e pela grande quantidade de compartimentos que não apresentam uma mínima faixa de areia, sequer durante os horários das marés mais baixas (Figura 13, A e B).

No entanto, contrariando esta característica peculiar do litoral olindense, de escassez de areia ao longo de suas praias, vem sendo observado na parte central desta praia um processo natural de achega sedimentar. Inicialmente, este fenômeno vinha se distribuindo ao longo de 150,00m, e se restringia à apenas três compartimentos compreendidos entre os espigões 21 e 24. No entanto, em julho de 2005, com o propósito de proporcionar o aumento da faixa de praia, diante da estabilidade que ali se encontrava, bem como com o propósito de avaliar o comportamento deste processo de aporte sedimentar, foi promovida a remoção do espigão 23 (Figura 14, A e B).

Esta supressão, além de proporcionar a integração de dois compartimentos, possibilitando a ampliação e um maior uso da área para banho e para recreação, moveu, gradativamente, a expansão do processo de aporte sedimentar para os compartimentos adjacentes, situados ao norte do espigão 24, estendendo a área de cobertura sedimentar, de 150,00m para 350,00m de extensão (Figura 15, A e B).

a)



b)



b)



Figura 13. Alto índice de urbanização, associado à grande concentração de estruturas e ausência de desenvolvimento dos depósitos praiais arenosos caracterizam a praia de Bairro Novo, em Olinda/PE. (imagens A e B).

Fonte: A - Google (2009) / B - Acervo do Autor (2009).

Figura 14, a)



a)



b)



Figura 15. Evolução da área de cobertura do processo de aporte natural de sedimentos na praia de Bairro Novo, em Olinda/PE (Imagens A e B).

Fonte: A - Google (Imagens Históricas (2003)) / B - Google (2009).

A recomposição da morfodinâmica praial, através do efeito natural de engorda deste segmento de praia, permitiu mudanças significativas no comportamento do ambiente, acenando, inclusive, com a possibilidade de devolução do equilíbrio a este ecossistema. Com a expansão do aporte de sedimentos para outros compartimentos da praia de Bairro Novo proporcionou a probabilidade de desova para uma tartaruga marinha, fato que gerou impacto na população local, por se tratar de um possível indicativo da tentativa de reequilíbrio diante do desequilíbrio ambiental gerado pela erosão costeira nas praias de Olinda. (Figura 16, A e B).

a)



b)



Figura 16. Tartaruga do tipo “cabeça-chata” depositando seus ovos no compartimento recomposto da praia de Bairro Novo (imagens A e B).

Fonte: JC Online (fev/2009).

A expansão deste fenômeno de aporte sedimentar ganha maior representatividade quando analisamos os perfis de praia realizados nos anos de 2004 e 2010 (Figura 17, A, B e C) em um mesmo compartimento, compreendido entre os espiões 25 e 26 (numeração atual, após a supressão do espião 23), e que pela sobreposição dos perfis permitiu-se mensurar o volume de sedimentos acrescentado a este compartimento desde o início da expansão do aporte de sedimentos, e que revelou um ganho da ordem de $20,198\text{m}^3.\text{m}^{-1}$, o que representa, neste compartimento de 41,00m de extensão, um acréscimo de aproximadamente 800,00m³ de areia.

Este aumento de volume é facilmente percebido ao compararmos este mesmo compartimento, antes da expansão do fenômeno de aporte sedimentar e posteriormente a este processo, onde se percebe que, no ano de 2004, antes da implantação da obra de reordenamento do enrocamento, bem como em 2005, imediatamente após a realização desta obra, o desnível entre o calçadão e a faixa de praia era de aproximadamente 3,00m, enquanto que nos anos de 2008 e 2009, após a expansão do processo de aporte sedimentar este desnível passou, praticamente, a inexistir (Figura 18, A, B, C e D), expressando a importância que este aporte sedimentar pode representar para este segmento de litoral.

Em um trecho de litoral tão vulnerável a processos erosivos costeiros, e que não dispõe de um volume de sedimentos capaz de manter sua praia em equilíbrio em nenhuma época do ano, a instalação de um processo natural e espontâneo de aporte sedimentar vem, no mínimo, trazer um alento às pretensões de uma gestão costeira comprometida com a recuperação e regeneração de suas praias, visto que, o volume que está se distribuindo nestes trechos vem extrapolando as necessidades de recomposição dos compartimentos e, por diversas vezes, ultrapassando os limites impostos pela urbanização, invadindo as calçadas e a via local.

Este excesso de sedimentos, que muitas vezes pode ser visto como um inconveniente, tanto àqueles que transitam pelas vias e pelos calçadões da orla de Bairro Novo, quanto à Prefeitura que necessita disponibilizar operários e equipamentos para retirar estes sedimentos das calçadas e vias, pode vir a se constituir em uma excelente fonte alternativa de suprimento para as praias adjacentes, inclusive com um custo bastante inferior ao que comumente se despende na busca por jazidas que ofereçam sedimentos em quantidade e granulometria compatíveis à necessidade de cada praia (Figura 19, A, B e C).

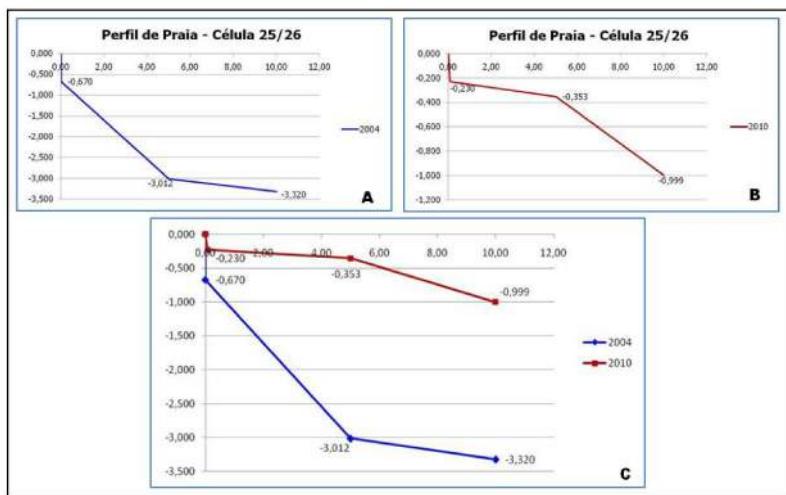


Figura 17. Perfis de praia dos anos de 2004 e 2010 representam o comportamento sedimentar no compartimento 25/26, da praia de Bairro Novo, Olinda/PE.

Fonte: Autor.

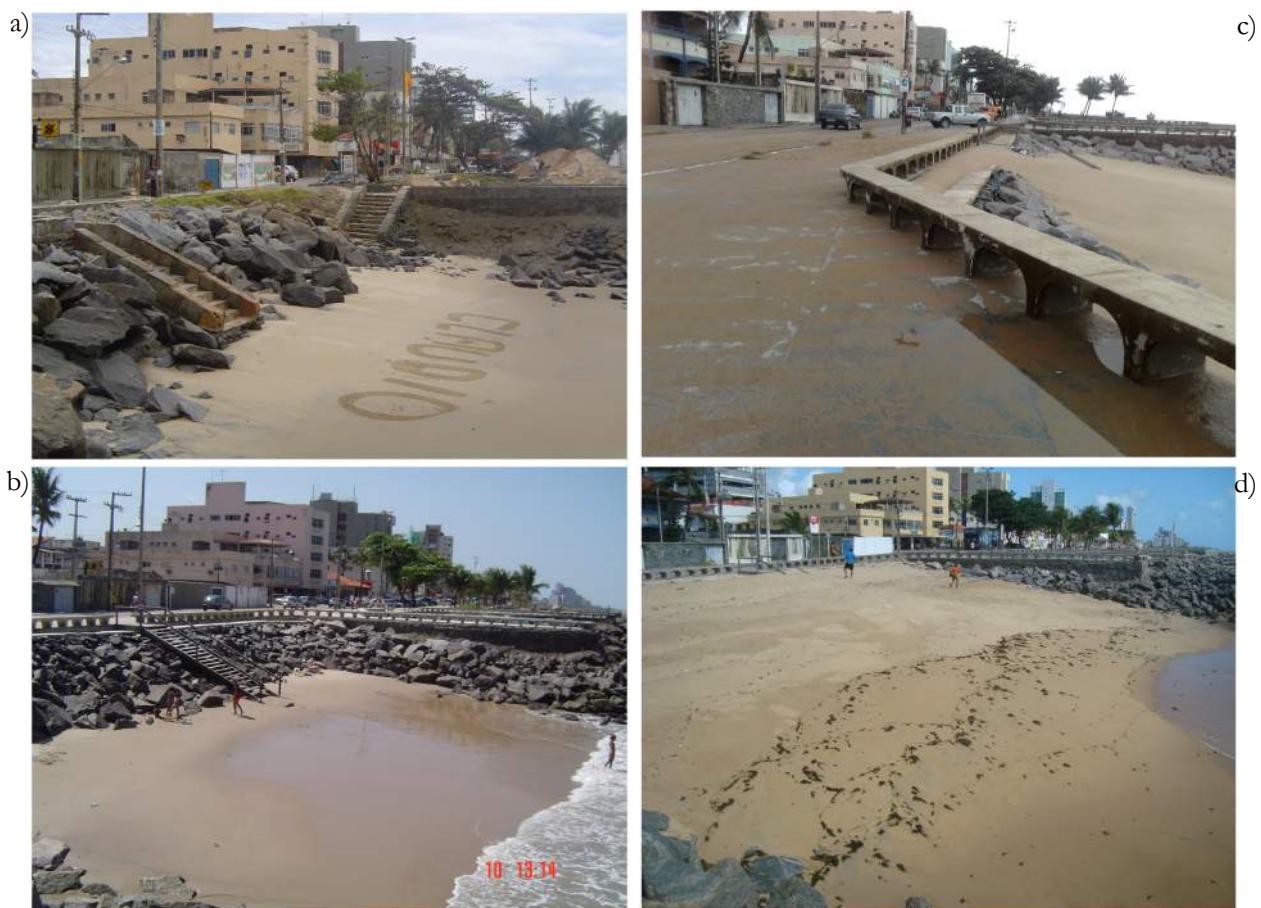


Figura 18. A expansão do aporte de sedimentos diminuiu ano a ano o desnível existente entre o calçadão e a faixa de praia no compartimento 25/26, da praia de Bairro Novo, Olinda/PE (imagens A e B).

Fonte: Acervo do Autor (A – Ago/2004 / B – Set/2005 / C – Jul/2008 / D – Nov/2009).

a)



b)



c)



Figura 19. O volume de sedimentos aportado na praia de Bairro Novo é superior à capacidade dos compartimentos e invadem as calçadas e a pista de rolamento. Imagens A, B e C.

Fonte: Acervo do Autor (2009).

No entanto, o trabalho de monitoramento desta área permitiu identificar que os resultados obtidos por este processo natural de achega sedimentar vêm sendo comprometido pela presença de 03 pontos de despejos da rede de drenagem de águas pluviais (Figura 20, A e B), e cujas contribuições vêm sendo despejadas diretamente na faixa de praia, em direção ao oceano.

a)



b)



Figura 20. Pontos de despejos identificados na praia de Bairro Novo, Olinda/PE (imagens A e B).
Fonte: Acervo do Autor (A – 2008 / B – 2010).

Estes drenos, através dos seus despejos, vêm se constituindo em agentes modificadores dos perfis de praia, pois, além de impedirem o aporte de novos sedimentos, seus efluentes se encarregam de expulsar os sedimentos já depositados (Figura 21, A e B).

a)



b)



Figura 21. O volume de despejo dos drenos expulsa os sedimentos e aportados e altera severamente o perfil praial, impondo a este trecho da praia de Bairro Novo um novo cenário de erosão costeira (imagens A e B).

Fonte: Acervo do Autor (A – 2005 / B – 2010).

O posicionamento equivocado destes drenos em direção à praia vem provocando intensas perturbações à morfodinâmica praial, além de interferirem severamente no balanço sedimentar, principalmente ao estarem se contrapondo ao fenômeno natural e espontâneo de acreção.

Em 15 de setembro de 2010, após a ocorrência de um evento chuvoso, de aproximadamente 1,5 horas, foi possível avaliar a capacidade erosiva de um dos drenos do compartimento situado entre os espiões 21 e 22, mediante a realização de 02 perfis de praia, sendo o primeiro perfil realizado na faixa de praia anterior à área de interferência direta do dreno sobre o ambiente praial, e o segundo perfil no eixo da área de interferência do dreno, local onde foi originada uma vala em razão dos sedimentos expulsos pelos despejos das contribuições oriundas do dreno (Figura 22, A, B e C).

A permanência do bloqueio deste mecanismo de achega sedimentar poderá, além de evitar a regeneração desta praia, contribuir para promover a instalação de um processo erosivo em áreas que atualmente se encontram moderadamente supridas de sedimentos, bem como, acelerar, ou vir a instalar a erosão em áreas contíguas ou relativamente afastadas.

Para Addad (1997) “*A falta de areia em uma praia, pode se tornar um pulso erosivo que se transmite a grandes distâncias, afetando praias aparentemente equilibradas.*”

Ademais, os distúrbios provocados pelo direcionamento da rede de drenagem não têm se resumido, tão somente, ao ambiente praial, pois não obstante a estas intensas e significativas alterações, estes drenos têm proporcionado, também, inúmeros transtornos à população local e àqueles que transitam pela via litorânea (Figura 23, A, B, C e D).

Durante a ocorrência das chuvas, em razão da obstrução provocada nos períodos secos, quando as galerias são completamente tomadas pelo aporte de sedimentos, constantes são os registros de alagamentos nas vias locais, incorrendo, inclusive, no agravamento do processo erosivo, pois as águas que extravasam das caixas de drenagem somam-se às águas superficiais e se distribuem sobre os compartimentos promovendo uma intensificação no arrasto e na expulsão dos sedimentos.

Balneabilidade

Outro fator observado nos efeitos produzidos pelos despejos destes efluentes na faixa de praia é o risco de comprometimento da balneabilidade destas praias, uma vez que a falta de monitoramento e de controle dos sistemas de drenagem urbana, associados à ineficiência e ao déficit de saneamento básico, favorece a ocorrência de ligações clandestinas de esgotos domiciliares, deixando estes ambientes de grande fragilidade suscetíveis a um alto risco de contaminações.

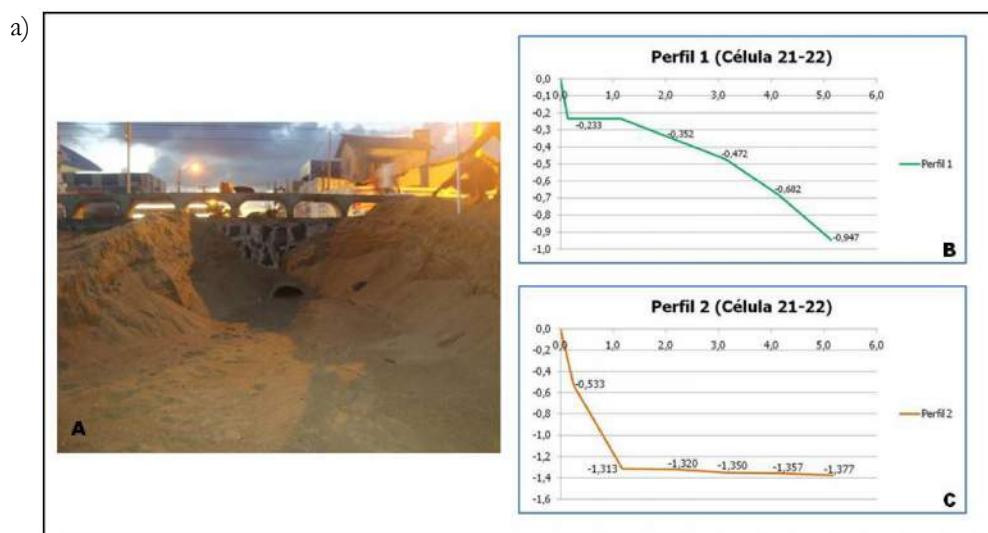


Figura 22. Perfis de praia traduzem a interferência do dreno de águas pluviais sobre a morfodinâmica praial na célula 21-22, praia de Bairro Novo, Olinda/PE.

Fonte: Autor (2010).

Figura 23, a)



Figura 23, b)



c)



d)



Figura 23. Episódio de chuvas, em janeiro/10. Perturbações, tanto no ambiente praial, quanto para a população, em mais um registro inequívoco de falha do sistema de drenagem (imagens A, B, C e D).

Fonte: Acervo do Autor (2010).

Nesse sentido, Figueiredo & Calliari (2005) nos traz que “*Outro fator que deve ser considerado é a existência de ligações clandestinas de esgotos domésticos a drenagem pluvial que é direcionada a zona de arrebentação. Efeitos negativos da balneabilidade das praias ao longo do litoral exercem consequências diretas sobre o turismo e qualidade ambiental*”.

Diante da grande quantidade de resíduos observados nos locais de despejos dos drenos, bem como pelo fato destes drenos estarem despejando suas contribuições continuamente, inclusive em períodos em que não houve ocorrência de chuvas, sugerindo uma virtual presença de ligações clandestinas à rede de drenagem, foram selecionados, por amostragem, dois pontos das redes de drenagem, o “dreno 01” na Praia do Carmo (Figura 8, A e B) e o “dreno 02” na Praia de Bairro Novo (Figura 9, A e B), locais de maior interesse deste estudo, de onde foram coletadas as amostras (Figura 24, A, B e C), com o objetivo de avaliar a existência de comprometimento da balneabilidade em decorrência destes despejos.

O resultado das análises, microbiológica e físico-química das amostras coletadas (Tabelas 2, 3 e 4), não apresentou nenhum resultado com valores que pudessem ser considerados comprometedores da balneabilidade, nem que viessem a indicar a presença de ligações clandestinas de esgoto no “dreno 01” da praia do Carmo.

Em contrapartida, para o “dreno 02”, situado na

praia de Bairro Novo, foram observados valores que extrapolaram os limites recomendados para DBO, tanto no dia seco, quanto no dia chuvoso. Este resultado associado aos valores encontrados no mesmo dreno para coliformes fecais (termotolerantes), superiores ao máximo de 1.000 coliformes por 100ml, conforme determina a Resolução CONAMA 274/00 (CONAMA, 2000) para uma condição *apenas satisfatória*, fortalece os indícios da presença de contribuições oriundas de ligações clandestinas.

5. CONCLUSÕES

O monitoramento das praias do Carmo e de Bairro Novo revelou neste trabalho o alto grau de ocupação e de urbanização a que foi submetido o litoral olindense, e que estes se constituíram em agentes determinantes para a permanência e o agravamento dos processos erosivos nesta costa, ao exercerem um papel fomentador de alterações na morfodinâmica e no suprimento sedimentar.

A ocupação urbana extrapolou os limites das áreas de crescimento e, muitas vezes, invadiu a faixa de pós-praia favorecendo o aumento da taxa de erosão ao tomar para si uma área que representa, além de uma defesa natural durante as ressacas, uma importante reserva de sedimentos.

O alto índice de impermeabilização imposto por este crescimento urbano gerou a necessidade de

escoamento das águas pluviais e superficiais que, ao serem direcionadas de forma equivocada e inapropriada, diretamente para a faixa de praia, vem provocando severas interferências no ambiente praial e, principalmente, no balanço sedimentar, fortalecendo o processo erosivo nas praias deste litoral.

Em Bairro Novo, especificamente, este processo tem representado maior gravidade, uma vez que a rede de drenagem, além dos distúrbios já citados, tem se contraposto a um processo natural e espontâneo de acréscimo.

Permitir a continuidade deste processo de expulsão dos sedimentos significa, no mínimo, estar na contramão dos interesses comuns ao gerenciamento costeiro. Pois, em uma costa de evidente fragilidade e vulnerabilidade aos processos erosivos, caracterizada pelo déficit sedimentar e marcada pelo histórico de inúmeras tentativas de proteção do litoral, prescindir dos sedimentos que ali estão sendo depositados poderá se constituir em uma sentença falencial à regeneração de suas praias.

No que concerne à balneabilidade das praias, não houve registro flagrante de comprometimento nas áreas de estudo. Os resultados sugerem a presença de ligações irregulares, apenas na praia de Bairro Novo, porém, ainda há a necessidade de maior enfoque a este estudo, através de um maior número de pontos de coletas, bem como de amostras, com objetivo de subsidiar resultados mais expressivos e conclusivos.

6. RECOMENDAÇÕES

Os problemas revelados por este estudo estão diretamente relacionados à antropização do ambiente praial e à ocupação urbana, e muito embora esta ocupação possa parecer ter atingido níveis irreversíveis, ainda há tempo de, no mínimo, promover uma ordenação desses espaços e minimizar seus efeitos na busca de devolver uma situação de equilíbrio a esta região costeira.

Diante deste cenário, o município de Olinda se depara com um grande desafio para a gestão costeira do município, e somente através desta poderá pôr em prática ações estruturadoras, tais como:

- § Estabelecer critérios de ordenação dos espaços litorâneos que respeitem a evolução natural da linha de costa, determinando limites que impeçam



Figura 24. Amostras coletadas em dia de sol e dia de chuva foram acondicionadas em recipientes, e temperaturas adequadas e, posteriormente, encaminhadas para análises em laboratório, imagens A, B e C.

Fonte: Acervo do Autor (2010).

Tabela 2. Resultado das análises físico-químicas das amostras coletadas em 06/Mai/2010, dia seco, sem chuvas, nas praias do Carmo e de Bairro Novo, Olinda/PE.

| Identificação | Parâmetro | Resultado | Unidade | Data Hora da Coleta |
|--|---------------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| Praia do Carmo (Atrás dos Correios) | pH | 7,26 | - | 6/5/2010 14:35 |
| | Demandas Química de Oxigênio | 8,3 | mg O ₂ /L | |
| | Demandas Bioquímica de Oxigênio | 1,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | <0,1 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 6,8 | mL/L | |
| Identificação | Parâmetro | Resultado | Unidade | Data Hora da Coleta |
| Praia de Bairro Novo (Em Frente ao Posto Total) | pH | 7,58 | - | 6/5/2010 15:55 |
| | Demandas Química de Oxigênio | 459,0 | mg O ₂ /L | |
| | Demandas Bioquímica de Oxigênio | 112,8 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | 9,0 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 22,4 | mL/L | |

Fonte: LABTAM/ITEP (2010)

Tabela 3. Resultado das análises físico-químicas das amostras coletadas em 13/Mai/2010, dia chuvoso, nas praias do Carmo e de Bairro Novo, Olinda/PE.

| Identificação | Parâmetro | Resultado | Unidade | Data Hora da Coleta |
|--|---------------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| Praia do Carmo (Atrás dos Correios) | pH | 7,5 | - | 13/5/2010 07:58 |
| | Demandas Química de Oxigênio | 12,8 | mg O ₂ /L | |
| | Demandas Bioquímica de Oxigênio | 2,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | <0,1 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 9,8 | mL/L | |
| Identificação | Parâmetro | Resultado | Unidade | Data Hora da Coleta |
| Praia de Bairro Novo (Em Frente ao Posto Total) | pH | 7,5 | - | 13/5/2010 07:30 |
| | Demandas Química de Oxigênio | 150,5 | mg O ₂ /L | |
| | Demandas Bioquímica de Oxigênio | 1,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | 1,2 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 9,75 | mL/L | |

Fonte: LABTAM/ITEP (2010)

Tabela 4. Resultado das análises microbiológicas das amostras coletadas em 06/Mai/2010 e 13/Mai/2010, respectivamente, dia seco e dia chuvoso, nas praias do Carmo e de Bairro Novo, Olinda/PE.

| Coleta | Referências das Amostras | Coliformes (NMP/100mL) | | Método |
|----------------|------------------------------|------------------------|-------------------|--------------|
| | | Totais | Termotolerantes | |
| 1 ^a | Dreno - Praia do Carmo | < 1,8 | < 1,8 | SMEVIM 9221A |
| | Dreno - Praia de Bairro Novo | $1,7 \times 10^7$ | $4,9 \times 10^6$ | |
| 2 ^a | Dreno - Praia do Carmo | < 1,8 | < 1,8 | SMEVIM 9221A |
| | Dreno - Praia de Bairro Novo | $4,9 \times 10^6$ | $1,7 \times 10^6$ | |

Fonte: LABTAM/ITEP (2010)

novas ocupações no ambiente praial e, quando possível, removendo aquelas já estabelecidas nestes espaços.

- § Readequar o sistema de drenagem e de escoamento do litoral, buscando a condição mais apropriada de condução destes efluentes, bem como um melhor destino para os mesmos, como, por exemplo, a inversão do direcionamento para o canal dos Bultrins, localizado a aproximadamente 800,00 m da praia de Bairro Novo.
- § Nos casos irreversíveis de direcionamento para as praias reconduzir o lançamento dos despejos para dentro do mar, fora da zona de arrebentação, em pontos controlados e através do uso de dissipadores de energia, ou mesmo dentro das estruturas de contenção existentes.
- § Investigar a presença de contribuições clandestinas de esgotos nas redes de drenagem, eliminando, com isto, o risco de comprometimento da balneabilidade destas praias e, consequentemente, de degradação deste ecossistema.
- § Em relação aos resultados encontrados nas análises físico-químicas e microbiológicas, tanto para a Praia do Carmo, quanto para a Praia de Bairro Novo, recomenda-se um maior acompanhamento dos drenos, incluindo, preferencialmente, os demais drenos que não foram monitorados, bem como uma maior quantidade de amostragens. Pois, embora os

resultados apresentados tenham identificado algum indício de ligações irregulares, e mesmo considerando o fato de haver sido encontrado nestas áreas a presença de resíduos e de despejos sólidos e líquidos que enquadram estas águas como impróprias, segundo a Resolução CONAMA 274/00 (CONAMA, 2000) em seu Art. 2º, § 4º, alínea d, assim mesmo, estes dados podem representar apenas uma situação pontual e inconstante. Um acompanhamento sistemático trará, certamente, maior consistência e solidez nos resultados, em razão da grande relevância da balneabilidade para o litoral, principalmente em razão de que a contaminação provocada pelo lançamento de esgotos e resíduos domésticos representa alterações hídricas, em suas propriedades físico-químicas, principalmente devido ao aumento da DBO, podendo vir a provocar a morte de diversas espécies aquáticas e resultando na diminuição dos recursos pesqueiros, além de representar uma possível fonte de disseminação de doenças, como dermatites, gastrenterites, entre outras.

- § Monitorar e, principalmente, preservar o aporte de sedimentos na praia de Bairro Novo, uma vez que estes poderão vir a se constituir em uma importante fonte de sedimentos para a regeneração desta faixa de costa.
- § Reavaliar o quantitativo e o posicionamento das estruturas perpendiculares à costa (espigões) na praia de Bairro Novo, uma vez que estas estruturas

representam fortes alterações nas correntes de deriva litorânea e podem, consequentemente, exercer forte interferência no transporte de sedimentos. A remoção ou reposicionamento destas estruturas poderão significar uma expansão da distribuição dos sedimentos aportados, a exemplo do que já ocorreu com a supressão do espião 23 nesta mesma praia.

§ Para finalizar, recomenda-se o estudo aprofundado da origem dos sedimentos que estão sendo aportados neste trecho de litoral, pois estes podem referenciar a existência de uma jazida que se revele capaz de suprir futuros trabalhos de engordamento artificial das praias de Olinda.

AGRADECIMENTOS

À coordenação do Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental do ITEP e ao Laboratório de Tecnologia Ambiental – LABTAM/ITEP pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

Addad, João (1997) – Alterações fluviais e erosão costeira. RBRH - *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2(2):21-44, Brasília, DF, Brasil.

ISSN: 1414-381X. Disponível em http://www.abrh.org.br/novo/revistas_rbrh.php

Barbosa, J. A.; Lima Filho, M. (2006) – Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 14(2):287-304, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISSN: 0102-9304. Disponível em <http://vdpf.petrobras.com.br/vdpf/todasEdicoes.do>.

Cavalcanti, Agostinho Paula Brito (2008) – Dinâmica ambiental em zonas costeiras. In: SEABRA, Giovanni (org). *Terra: mudanças ambientais globais e soluções locais*. Cap. 17., v.01, 240p., Editora Universitária da UFPB, 2008. João Pessoa, PB, Brasil.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (2000) – *Resolução CONAMA N°. 274, de 29 de novembro de 2000 - Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras*. Brasília, DF, Brasil. Publicada no Diário Oficial da União N°. 18, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71. Disponível em

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (2000) – *Resolução N°. 357, de 17 de março 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 esfluentes, e dá outras providências*. Brasília, DF, Brasil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

CPRH – Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (2000) - *Monitoramento do litoral de Olinda, Olinda – Relatório Final*. 51p., CPRH – Companhia Pernambucana de Meio Ambiente, Recife, PE, Brasil.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação (s/d) - Previsões de mares. Diretoria de Hidrografia e Navegação, CHM - Centro de Hidrografia da Marinha, Niterói, RJ, Brasil. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>

Figueiredo, S. A. de; Calliari, L. J. (2005) – Sangradouro: distribuição espacial, variação sazonal, padrões morfológicos e implicações no gerenciamento costeiro. *Gravel*, 3:47-57, Porto Alegre, RS, Brasil. ISSN: 1678-5975. Disponível em http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/3/CD/docs/Gravel_3_06.pdf

Gusmão Filho, Jaime de A. (2001) – Os solos de Olinda. In: Jaime de A. Gusmão Filho (org.), *A cidade histórica de Olinda: problemas e soluções de engenharia*, pp.59-68, Editora Universitária da UFPE, Recife, PE, Brasil. ISBN: 9788573152746

MAI – Projeto Monitoramento Ambiental Integrado (2009) – *Avaliação dos Processos de Erosão Costeira nos Municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes – Relatório Final*. Vol. I, 171 p., Vol. II, 145 p., Vol. III, 141 p. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil.

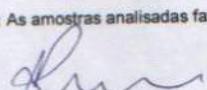
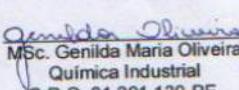
Melo, Juliana Barroso de (2005) – *O licenciamento ambiental e a atuação do poder público na realização do aterro hidráulico da praia de Iracema*. Dissertação de mestrado, 139p., Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em <http://www.prodema.ufc.br/dissertacoes/130.pdf>.

Muehe, Dieter. (2006) – O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra (orgs.), *Geomorfologia do Brasil*, pp.273-349, Bertrand Brasil, 4^a ed., Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 8528606708.

PEREZ, M. L.; Gonçalves da Silva, J.; Rosso, T.C.A. (2009) – Uma visão da implantação do plano

nacional de gerenciamento costeiro no Brasil. *Rio's International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management, Professional Essays*, Volume 3-2009, pe092-92, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISSN: 1982-6443. Disponível em <http://www.rij.eng.uerj.br/professional/2009/pe092-02.pdf>.

Anexo I

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|--|
|  <p>BOLETIM INTERNO LABTAM LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL</p> | NÚMERO BI-04/10 DATA: 28/05/2010 | | | | | |
| BOLETIM INTERNO BI-04/10 | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Cliente: Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco/ITEP-OS</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Natureza do trabalho: Análise microbiológica</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Material: Quatro (04) amostras de águas</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Procedência da amostra: Águas pluviais</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Data da coleta: 06/05/2010 e 13/05/1010 Responsável pela coleta: Cliente</td> </tr> </table> | | Cliente: Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco/ITEP-OS | Natureza do trabalho: Análise microbiológica | Material: Quatro (04) amostras de águas | Procedência da amostra: Águas pluviais | Data da coleta: 06/05/2010 e 13/05/1010 Responsável pela coleta: Cliente |
| Cliente: Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco/ITEP-OS | | | | | | |
| Natureza do trabalho: Análise microbiológica | | | | | | |
| Material: Quatro (04) amostras de águas | | | | | | |
| Procedência da amostra: Águas pluviais | | | | | | |
| Data da coleta: 06/05/2010 e 13/05/1010 Responsável pela coleta: Cliente | | | | | | |
| R E S U L T A D O S | | | | | | |
| Coleta | REFERÊNCIAS DAS AMOSTRAS | COLIFORMES (NMP/100mL) | | Método | | |
| | | totais | termotolerantes | | | |
| 1 ^a | Dreno - praia do Carmo | < 1,8 | < 1,8 | SMEWW 9221A | | |
| | Dreno - praia de Bairro Novo | $1,7 \times 10^7$ | $4,9 \times 10^6$ | | | |
| 2 ^a | Dreno - praia do Carmo | < 1,8 | < 1,8 | | | |
| | Dreno - praia de Bairro Novo | $4,9 \times 10^6$ | $1,7 \times 10^6$ | | | |
| NMP: Número Mais Provável | | | | | | |
| Métodos utilizados: APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 st edition, 2005, part. 9000/ 9221. | | | | | | |
| Obs: As amostras analisadas fazem parte da tese de mestrado do aluno Luís Augusto de Góis. | | | | | | |
|  Dr. Antônio Helder Parente Químico Industrial C.R.Q. 01.202.141-PE | |  MSc. Genilda Maria Oliveira Química Industrial C.R.Q. 01.201.130-PE | | | | |
| LABTAM: Mi - 654 e 655; Mi - 687 e 688 O.S nº: 01207/2010 Laboratório de Tecnologia Ambiental | | | | | | |
| 01/01 | | | | | | |
| INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP Av. Professor Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50.740-540 PABX: 81 3272.4399 Fax: 81 3272.4272 www.itep.br e-mail: itep@itep.br CNPJ: 05.774.391/0001-15 | | | | | | |

Anexo II

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  ITEP Instituto de Tecnologia de Pernambuco | BOLETIM INTERNO LABTAM LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL | NÚMERO BI-03/2010 |
|---|---|-----------------------------|

BOLETIM INTERNO BI-03/2010

Recife, 27 de maio de 2010.

| |
|--|
| Cliente: ASSOCIAÇÃO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO / Itep - OS |
| Natureza do trabalho: Análise físico-química |
| Material: 04 (quatro) amostras de águas pluviais (Dreno) |

RESULTADOS

| Identificação do Cliente | Parâmetros | Resultados | Unidades | Data / Hora da coleta |
|---|-----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Praia de Bairro Novo (na frente do Posto Total) | pH | 7,58 | - | 06-05-10 15:55 |
| | Demandânia Química de Oxigênio | 459,0 | mg O ₂ /L | |
| | Demandânia Bioquímica de Oxigênio | 112,8 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | 9,0 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 22,4 | mg/L | |

| Identificação do Cliente | Parâmetros | Resultados | Unidades | Data / Hora da coleta |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Praia do Carmo (atrás dos correios) | pH | 7,26 | - | 06-05-10 14:35 |
| | Demandânia Química de Oxigênio | 8,27 | mg O ₂ /L | |
| | Demandânia Bioquímica de Oxigênio | 1,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | <0,1 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 6,8 | mg/L | |

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - Itep
 Av. Professor Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50.740-540
 PABX: 81 3272.4399 Fax: 81 3272.4272 www.itep.br e-mail: itep@itep.br
 CNPJ:05.774.391/0001-15

01/02

Anexo III

| | | |
|--|--|----------------------|
|  ITEP Instituto de Tecnologia de Pernambuco | BOLETIM INTERNO LABTAM LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL | NÚMERO BI-03/2010 |
|--|--|----------------------|

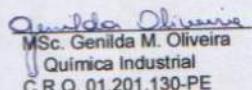
BOLETIM INTERNO BI-03/2010

| Identificação do Cliente | Parâmetros | Resultados | Unidades | Data / Hora da coleta |
|---|-------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Praia de Bairro Novo (na frente do Posto Total) | pH | 7,7 | - | 13-05-10 07:30 |
| | Demand Química de Oxigênio | 150,5 | mg O ₂ /L | |
| | Demand Bioquímica de Oxigênio | 1,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | 1,2 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 9,75 | mg/L | |

| Identificação do Cliente | Parâmetros | Resultados | Unidades | Data / Hora da coleta |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Praia do Carmo (atrás dos correios) | pH | 7,5 | - | 13-05-10 07:58 |
| | Demand Química de Oxigênio | 12,8 | mg O ₂ /L | |
| | Demand Bioquímica de Oxigênio | 2,0 | mg O ₂ /L | |
| | Sólidos Sedimentáveis | <0,1 | mL/L | |
| | Óleos e Graxas Total | 9,8 | mg/L | |

Observações:

- a) Coleta realizada pelo cliente;
- b) As amostras analisadas fazem parte da tese de mestrado do aluno Luís Augusto de Góis;
- b) Métodos utilizados / APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, 2005.


Genilda Oliveira
MSc. Genilda M. Oliveira
Química Industrial
C.R.Q. 01.201.130-PE


Dr. Antônio Hélder Parente
Químico Industrial
C.R.Q. 01.202.141-PE

LABTAM – FQ – 652 e 653 (1^a coleta) / FQ – 689 e 690 (2^a coleta)
O.S. nº1207/2010
Laboratório de Tecnologia Ambiental

02/02

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO – ITEP
Av. Professor Luiz Freire, 700 – Cidade Universitária – Recife – PE – CEP: 50.740-540
PABX: 81 3272.4399 Fax: 81 3272.4272 www.itep.br e-mail: itep@itep.br
CNPJ:05.774.391/0001-15