



## VI-194 - ESTUDO COMPARATIVO DE OBRAS COSTEIRAS NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES, PERNAMBUCO

### **Eduardo Antonio Maia Lins<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Graduado em Gestão Ambiental pelo SENAC/SP. Mestre e Doutor em Geotecnia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e Instituto Federal de Pernambuco (IFPE).

### **Fábio José de Araújo Pedrosa<sup>(2)</sup>**

Geólogo (Universidade Federal de Pernambuco, 1989), Mestre em Geociências pela Universidade de São Paulo (1995) e Doutor em Geologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (2007). Professor adjunto da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e da Universidade de Pernambuco (UPE).

### **Fábio Machado Cavalcanti<sup>(3)</sup>**

Coordenador dos Cursos de Eng. Química e de Eng. Ambiental da Escola UNICAP ICAM-TECHP da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), e Professor Assistente I, lotado no curso de Eng. Química. Doutorando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da Escola Politécnica (POLI) da Universidade de São Paulo (USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Guilherme Salazar, 151 - Poço - Recife – PE - CEP: 52061-275 - Brasil - Tel: (81) 999653819 - e-mail: [eduardomaialins@gmail.com](mailto:eduardomaialins@gmail.com)

### **RESUMO**

O ambiente praias situa-se entre a costa e a plataforma continental comportando-se como um elemento natural de proteção costeira à erosão. São depósitos de sedimentos cuja acumulação se dá de forma dinâmica havendo um contínuo processo de perdas e ganhos. Ao passo que estruturas públicas e particulares passam a ocupar a área de domínio terrestre, as dunas frontais, avançando em direção ao domínio marinho, as trocas sedimentares vão sofrendo desequilíbrios cada vez mais intensos. As estruturas de proteção costeira, apesar de apresentarem essencialmente similaridade às estruturas naturais, não deixam de ser “corpos estranhos” introduzido à um ambiente natural, que embora tenha sofrido um desequilíbrio que justifique uma intervenção, no momento de instalação já se apresenta adaptado, pois é de sua natureza morfodinâmica reagir “movimentando-se”, o que confere uma contínua alteração paisagística do litoral. Portanto obras costeiras devem ser implementadas com extrema cautela seguindo recomendações acadêmicas e oficiais. As obras costeiras de Jaboatão dos Guararapes, objeto de estudo desta pesquisa, foram sendo implementadas ao longo dos anos sem este devido cuidado, o que submeteu as praias a situação de erosão em vários momentos. Nos últimos vinte anos, em Jaboatão, os tipos de obras mais extremos, em termos de funcionalidade e extensão, foram do tipo enrocamento e alimentação praias. A primeira impactou negativamente suas praias por muito tempo, a segunda e mais recente, refere-se à obra de engordamento realizada em 2013, que apesar de ter alterado positivamente trazendo grandes benefícios a qualidade das praias mostrou-se uma obra realizada sem o nível de exigência necessário ao sucesso da implementação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão Costeira, Praias, Acumulação sedimentar, Linha de Costa.

### **INTRODUÇÃO**

A ocupação do ambiente para a especulação imobiliária, comércio e turismo em meio ao crescimento demográfico exponencial configura um dos principais indutores de alterações no equilíbrio sedimentar das praias, pois insistem em expandir sua ocupação em um contexto evidentemente alarmante. No Brasil 26,6% da população vive em zona costeira, em Pernambuco 43,8%, estando densamente instaladas em municípios da Região Metropolitana do Recife - PE (IBGE, censo 2010). O crescimento demográfico e a forma de ocupação ocorreram de forma “desordenada” o que promoveu a sua “descharacterização, já irreversível em alguns setores praias de vários municípios” (MANSO et al, 2018, pág 349).

O Ministério do Meio Ambiente visando atender as medidas de adaptação à mudança do clima propostas no Painel Brasileiro de mudança do clima cria o Programa Nacional de Conservação da Linha de Costa (Procosta), que em sua última etapa (Projeto Monitoramento e Gestão Para a Conservação da Linha de Costa), ainda em construção, pretende implementar as alternativas mitigadoras necessárias à proteção e recuperação costeira (MMA, 2018). O livro Panorama da Erosão Costeira do Brasil apresenta-se como uma das ferramentas para obtenção de seus objetivos finais, uma vez que reúne diagnósticos e previsões, apresentando a situação atual de erosão e vulnerabilidade à erosão (MANSO et al, 2018).

Historicamente buscou-se medidas emergenciais que promovem apenas a proteção do terreno, comprometendo a faixa de praia e conseqüentemente modificando negativamente a paisagem. De acordo com Relatório de Impacto Ambiental-Rima



(ITEP, 2012) Jaboatão dos Guararapes possui 7.961km de orla ao longo das praias Piedade, Candeias e Barra de Jangada, dos quais 58,9% apresentam formação de sedimentos e os demais 41,1% por obras rígidas. As obras costeiras foram sendo implementadas a partir da margem esquerda do rio Jaboatão estendendo-se até as praias de Piedade e Candeias, distribuindo-se da seguinte forma: 74%, 3.260m, de enrocamentos e muros; 14%, 600m de quebra-mar; 12%, 30m, de espigões e molhes (BRASIL, 2009). Atualmente, de acordo com Manso et al (2018) Jaboatão apresenta o maior percentual de áreas estáveis por obras costeiras do núcleo metropolitano: 0,05%, 0,100 km, erosão; 1,13%, 2,127 km, estável; 3,10%, 5,808 km, estável por obras.

Através dos dados históricos e atuais será feita uma análise quanti e qualitativa considerando os parâmetros envolvidos na morfodinâmica do litoral de Jaboatão dos Guararapes e das técnicas aplicadas em cada obra. Os resultados da pesquisa pretendem responder às hipóteses provocadas neste trabalho e formular novas hipóteses a fim de indicar novos trabalhos, sugerir métodos mais complexos de pesquisa que possibilitem a proteção ambiental da costa para as futuras gerações.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de trabalho consistiu em pesquisa bibliográfica, utilizando trabalhos acadêmicos e documentos oficiais que demonstram a existência de processos erosivos nas praias e discorrem sobre as estruturas de proteção costeira usando, ainda como ferramenta o programa Google Earth (2023) para análise comparativa da situação das praias. A pesquisa foi dividida em duas etapas:

### Pesquisa bibliográfica

Inicialmente foi feita a identificação e caracterização da área por tipos de intervenções costeiras através de documentos oriundos de institutos de pesquisa, universidades, estudos específicos e de órgãos governamentais que endossam a existência de eventos erosivos associados à dinâmica costeira local, sobretudo as próprias instalações de estruturas de proteção costeira. Esta etapa teve um caráter de levantamento histórico através de dados secundários de pesquisas acadêmicas e documentos oficiais que foram comparados às imagens de satélites atuais. Uma vez compreendido o contexto histórico pode-se abordar a gestão costeira do município e relacioná-la com as recomendações oficiais e acadêmicas. Esta etapa baseou-se na comparação entre as recomendações no que tange ações mitigadoras e o histórico das obras do município de Jaboatão dos Guararapes. Neste trabalho a setorização foi feita em função das obras de defesa instaladas ao longo do litoral.

### Análise de imagens de satélite

Através do programa Google Earth (2023) foi possível mensurar o cenário atual das estruturas de proteção próximas à linha de costa. Foram identificados trechos de praias considerando a presença de proteção costeira estrutural, e em caso de ausência de estruturas fixas observou-se o nível de acumulação sedimentar entre as propriedades e a linha de costa. Considerou-se as situações, descritas no Quadro 1 a seguir, para identificação dos trechos.

**Quadro 1: Estruturas fixas e ausência de estruturas.**

ESTRUTURAS FIXAS	AUSÊNCIA DE ESTRUTURAS
Molhe (Mo); Muro (Mu); Espigão(Ep); Enrocamento (En); Estrutura dura particular (EdP); Estrutura dura danificada (EdD).	Acumulação sedimentar nula (ASn); Acumulação sedimentar baixa (ASb) Acumulação sedimentar média (ASm); Acumulação sedimentar alta (ASa).

Em seguida foram feitas análises dos trechos considerando o histórico das obras de proteção costeira e a morfodinâmica local. A partir das imagens de satélite foi possível analisar a funcionalidade atual das estruturas de proteção e fazer uma análise comparativa das praias. Pode-se, também, descartar as estruturas que perderam a função original por razões naturais ou antrópicas, sobretudo em decorrência da engorda de 2013.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O limite sul do litoral de Jaboatão é uma região em que ocorrem deposição sedimentar proveniente das correntes longitudinais e a distribuição de sedimentos pela foz do rio contribui para deposição e distribuição sedimentar do molhe, no entanto a ocupação urbana inadequada, a supressão de vegetação e assoreamento contribui fortemente para o



desequilíbrio do balanço sedimentar local (ARAÚJO et al, 2017). A praia de Barra de Jangada foi dividida em dois setores totalizando 2,08 km de linha de costa: O Setor Jaboatão 1 (SJ1), refere-se ao conjunto de estruturas instalados na região da foz do Rio Jaboatão; e o setor Jaboatão 2 (SJ2), estende-se até a divisa com Candeias.

De acordo com BRASIL (2018) o litoral de Jaboatão apresenta 7,97 km, o que de acordo com o Google Earth (2023) limita-se até a região da foz do estuário, totalizando 7,88 km. Para efeito de análise quantitativa e posterior comparação à dados oficiais as aferições começaram a partir do ponto P4, portanto a partir do setor Jaboatão 2- SJ2. A Tabela 1 apresenta os pontos encontrados e identificados como sendo importantes para estabelecer intervalos que constituem os trechos a serem analisados na etapa seguinte.

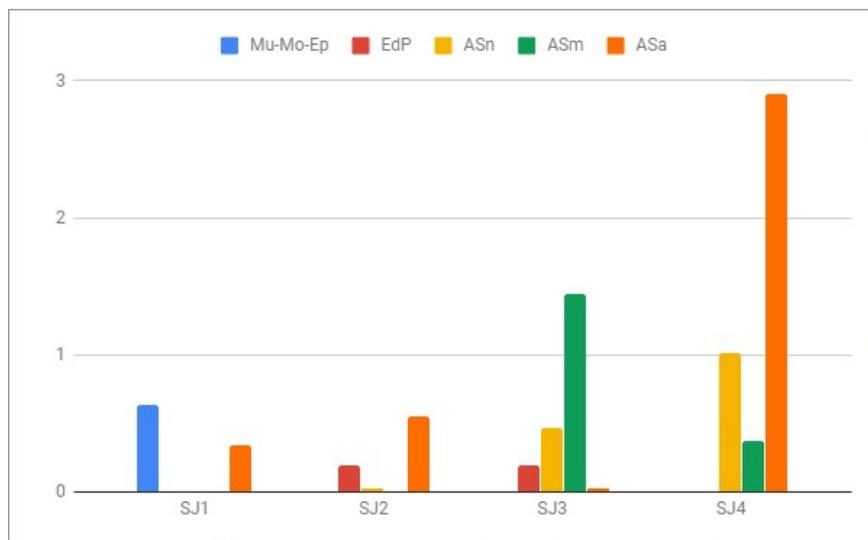
**Tabela 1: Setorização das praias em função das obras.**

Ps	Endereço	Km	Es.	P10'	Rua Agrestina	3,34	
<b>SJ1- Barra de Jangada - 0,79 km</b>				<b>P11</b>	D'Bob Bar e Restaurante	3,63	EdP3
<b>P1</b>	Rua Cruzeiro do Sul	0	Mu	<b>P12</b>	R. Manuel Menelau	3,82	
<b>P2</b>	Bar da Gil	0,38	Mo	<b>P12'</b>	Ed. Acauã, 522	4	
<b>P3</b>	Rua Porto Alegre	0,79	Ep1	<b>P13</b>	Rua Prof. Eneida Rebelo	4,03	
<b>Ps</b>	<b>Endereço</b>	<b>Km</b>	<b>Es.</b>	<b>P13'</b>		4,73	QMs
<b>SJ2 - Barra de Jangadas - 0,77km</b>				<b>P14</b>	Rua Dr. A. Varejão	4,91	
<b>P4</b>	R. Padre N. Alencar	1,31	Ep2	<b>Ps</b>	<b>Endereço</b>	<b>Km</b>	<b>Es.</b>
<b>P5</b>	Hotel Monza	1,6		<b>SJ4 - PIEDADE - 4,28</b>			
<b>P6</b>	R. Água doce	1,67	EdP1	<b>P15</b>	Sesc	5,03	
<b>P7</b>	R. José O. da Cunha	1,93		<b>P16</b>	Ed. 4220	5,07	EdD2
<b>P8</b>	Travessa Candelária	2,08		<b>P16'</b>	Terreno	5,28	
<b>Ps</b>	<b>Endereço</b>	<b>Km</b>	<b>Es.</b>	<b>P17</b>	R.Domingos Sávio	5,7	
<b>SJ3 - CANDEIAS - 2,83 km</b>				<b>P18</b>	Golden Beach	6,29	
<b>P9'</b>	R. Prof. Mário	2,11		<b>P18'</b>	Av. Beira Mar	7,1	
<b>P9</b>	Ramos (P9)	2,18	EdD1	<b>P19</b>		7,49	
<b>P9''</b>		2,21		<b>P19'</b>	Igreja NS da Piedade	7,56	EdP4
<b>P10</b>	Rua Antônio Carlos de Oliveira	3,24		<b>P20</b>	Divisa entre Jaboatão e Recife	9,19	

As Figuras 2 e 3, a seguir, representam a identificação e setorização da área de estudo feita com auxílio do programa Google Earth (2023).



**Figura 2: Setorização das praias por estruturas de proteção costeira (Adaptado do Google Earth, 2023).**



**Figura 3: As estruturas próximas à linha de costa.**

O litoral de Jaboatão no final do século XX foi marcado por intensos eventos de erosão, trazendo consequências ambientais, sociais e econômicas sobretudo em decorrência da verticalização imobiliária próxima à linha de costa, que agravou a situação ao passo que iam sendo tomadas providências inadequadas. O Quadro 2 relaciona as ações mitigadoras por ordem de recomendação e ordem de implementação cronológica pelo município.

Em 2013, a implementação da acertada decisão de ação mitigadora da prefeitura, a engorda, resultou em mais uma evidência da ineficiente gestão costeira do município, uma vez que cometeram erros técnicos básicos, como apontou Moura et al. (2010).

Segundo Borba (1999), o ciclo deposicional e erosivo não eram regulares, indicando que a morfodinâmica nos setores de pós-praia e estirâncio pode ter sido alterados por fatores morfológicos, hidrodinâmicos, sedimentológicos e por enrocamentos e muros. Barra de Jangada apresentou estágio morfodinâmico reflexivo, Candeias apresentou estágio intermediário e Piedade estágios variáveis. Tais constatações, descritas por Borba (1999), caracteriza um ambiente praias complexas cuja dinâmica sedimentar já fora impactada por ações, sobretudo, antrópicas. De acordo com Gi-Gerco (2018), este é um contexto que pede cautela e as ações mitigadoras baseada em alto investimento tecnológico. Contrariando este princípio o passo seguinte foram as instalações de espigões e quebra-mares, ações insuficientes para a situação, pouco estudadas e conseqüentemente mal-sucedidas.

**Quadro 2: Ações mitigadoras, relação entre a recomendação e o histórico de ações do município**

Ações Mitigadoras por ordem de recomendação e implementação		
	Recomendação (GI, 2018)	Histórico de Jaboatão
<b>Prevenção</b>	1º Retração	1º Até metade do século XX
	2º Adaptação	2º Fim do século XX - Obras particulares e municipais.
<b>Proteção</b>	3º Alimentação Praial	3º Início de século - (2004-2006)
	4º Quebra-mares e espigões	4º Engorda - (2013-2014)
	5º Muros e enrocamentos	OBS: Ações opostas - Especulação imobiliária vertical expansionista apresentou comportamento atemporal.
<b>Inviabilidade</b>	6º Fazer Nada	

Notou-se que no geral a setorização por instalações estruturais coincidem com a setorização por características morfológicas vistas em Borba (1999). E que a divisa entre as praias são pontos de interseção entre setores. Essas relações contribuíram para compreensão do efeito das instalações das obras. A seguir os resultados são descritos por praias.

### 1.1. Barra de Jangada

No setor SJ1, observou-se uma evolução na linha de praia proveniente das obras de proteção em torno da foz, no limite desse setor verifica-se um espigão. No setor SJ2 a construção do estabelecimento Bar Pontal da Barra avançando sobre o estirâncio comportava-se como um espigão, fazendo com que ao sul (até a curva Vieira de Melo) ocorresse uma acumulação mantendo os setores de praias preservados ao passo que ao norte ocorria uma erosão (BORBA, 1999). Depois das obras de engorda houve uma progradação da linha de costa e o bar atualmente vai até o limite da linha de costa (Figura 3A). No entanto verifica-se que entre a curva da Av. Vieira de Melo e as imediações com divisa da praia de Candeias as construções avançam até o limite da linha de costa, evidenciando a necessidade de novas obras de proteção costeira (Figura 3 B).

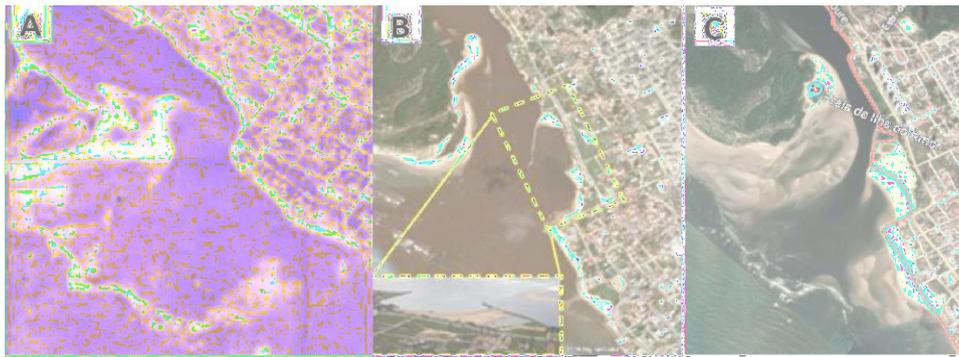


**Figura 3: Setorização da Praia Barra de Jangadas. Em A: Setorização de imagem de satélite mostrando a grande acumulação sedimentar na área de influência da Foz do rio Jaboatão. Em B: Setorização de imagem de satélite do setor SJ2 (GOOGLE EARTH, 2023).**

Abaixo os resultados encontrados da análise de cada estrutura observada:

#### 1.1.1. Estrutura dura particular 1 - EdP1

De acordo com relato de Borba (1999) na lateral norte da estrutura, EdP1, os setores de praia apresentavam-se relativamente preservados. Ao observar a evolução das imagens (Figura 4) verifica-se que na verdade tal estrutura ao ocupar o estirâncio passou a se comportar como um espigão (Figura 5), o que explica a preservação dos setores de praia neste local, ou seja, correspondia a uma acumulação sedimentar à barlamar. Ao passo que na lateral sul ocorria erosão a sotamar. EdP1 perdeu o efeito de espigão e por estar no limite da linha de costa funciona como um enrocamento, onde de acordo com a Tabela 2, apresenta 69 metros.



**Figura 4:** Foz do rio Jaboatão. Em A: 1989, antes das instalações estruturais de proteção. Em B: detalhe da área com obras costeiras do tipo molhes e espigões ao longo da margem esquerda do rio em 2004. Fonte: a - Laborel (1963); b - Google Earth (2013); MAI (2012). Em C: Google Earth (2023).



**Figura 5:** Em A: Vista aérea do estuário de Barra das Jangadas, observou-se o impacto provocado pela construção inadequada de um restaurante avançando sobre o estirâncio, reduzindo o aporte de sedimentos a sul do mesmo e conseqüente recuo da linha de costa. Fonte: Borba (1999). Em B: Imagens de satélite mostrando a mesma área que em virtude do aumento de acumulação sedimentar deixou de se comportar como espigão. Fonte: Google Earth (2023).

### 1.1.2. Espigão 2 - Ep2

A estrutura deste espigão compensou a erosão a sotamar da estrutura EdP1, acumulando sedimentos provenientes da deriva litorânea, ao passo que promovia erosão a sua sotamar. Ep2 alcançou sua capacidade máxima de retenção e, portanto, não será contabilizado como espigão no momento.

### 1.1.3. Conjunto de estruturas - Mu1-Mo-Ep1

Por sua vez, o conjunto de estruturas instalados às margens do rio Jaboatão compensa a erosão promovida pela estrutura Ep2, sendo responsável pela acumulação sedimentar proveniente das correntes longitudinais e de suprimento fluvial.

### 1.1.4. Estrutura dura particular 2 - EdP2

Enrocamento ultrapassando levemente a linha de costa. É possível observar uma erosão na lateral sul. Na lateral norte observa-se a presença de um canal, logo em função da corrente de retorno, não se verifica acumulação e sim erosão nesta região.

Além das estruturas fixas (Ef) foram mensurados também trechos de estruturas fixas ausentes (Efa) e pode-se fazer a relação entre estrutura (E) por metro quadrado (Tabela 2). A relação E/Km será usada em todos os intervalos identificados, ou seja, aplica-se a todas as estruturas fixas ou moles (acumulação sedimentar - AS).

Barra de Jangada é a praia que sofre maior influência da foz do rio Jaboatão, sendo beneficiada pelas estruturas instaladas nestas imediações (E.foz), no entanto construções particulares (EdP) prejudicam a dinâmica sedimentar e a paisagem da praia (Figura 6).

**Tabela 2: Estruturas fixas e estruturas fixas ausentes da praia Barra de Jangada.**

Intervalo	Ef ou Efa	Função/Observação	Km	E/km
<b>SJ1 - Barra de Jangadas</b>			<b>1,31</b>	
P1-P2	Mu-Mo-Ep1	Influências das correntes longitudinais e de suprimento fluvial	0,64	0,49
P2-P3	ASa		0,34	0,26
<b>SJ2 - Barra de Jangadas</b>			<b>0,77</b>	
P4	Ep2	Atingiu capacidade máxima de sua função	0	
P4-P5	ASa1	Acumulação sedimentar	0,29	0,38
P5-P6	EdP1	enrocamento	0,07	0,09
P6-P7	ASa1'	Acumulação sedimentar	0,26	0,34
P7-P7'	EdP2	enrocamento	0,12	0,16
P7'-P8	ASn1	canal	0,03	0,04



**Figura 6: Gráficos dos setores SJ1 e SJ2, representando o ambiente praiial próximo à linha de costa.**

## 1.2. Candeias

Nas imediações da divisa entre Barra de Jangada e Candeias (P7) até a Rua Manuel Menelau (P12), verifica-se uma grande alteração da morfologia do litoral que de acordo com Borba (1999) corresponde ao trecho de maior convexidade da linha de costa, marcada por grande número de edificações no pós-praia que para se proteger das ondas construíram muros e rampas de contenção. Tais estruturais ainda são verificadas, sobretudo entre o trecho P11 e P12. Observa-se que até o edifício Acauã, início do calçadão, as construções avançam até a linha de costa. Este primeiro trecho evidencia a consequência dos erros técnicos citados por Carvalho et al (2017). Entre a Travessa Candelária (P8) e o Ed. Cauã (P12') as propriedades estendem-se até a linha de costa, não havendo ambiente praiial recuperado, isto decorre do histórico de erosão associado a complexa dinâmica sedimentar e aos erros do projeto de engorda de 2013 apontados por Carvalho et al (2017). O trecho de melhor estado de preservação da praia, considerando a acumulação sedimentar entre a linha de costa e as propriedades particulares e públicas, corresponde a instalação de quebra-mares (Figura 7).



**Figura 7: Setorização de imagem de satélite do setor SJ3 (Google Earth, 2023).**

Abaixo os resultados encontrados da avaliação de cada estrutura observada:

### **1.2.1. EdD1**

Pequeno trecho de estrutura que aparenta ser antigo. Em decorrência da influência do Rio Jaboatão e da impermeabilização por ocupação imobiliária neste ponto o setor é marcado por intensas mudanças morfológicas. Tendo sido registrado por Borba (1999), por apresentar os três setores de praias relativamente preservados e alta complexidade na dinâmica sedimentar, local de maior variação do ângulo de incidência devido às modificações sofridas pelas frentes de onda ao atingirem o recife e os bancos arenosos. Este trecho evidencia a falta de cautela na implementação da obra de engorda e falha em relação à estudos e considerações acerca da previsibilidade do comportamento do ambiente praiar.

### **1.2.2. EdP3**

Em 1999, de acordo com Borba (1999), este trecho já não apresentava pós-praias e encontrava-se impermeabilizado por edificações. Até as imediações deste ponto, de acordo com imagens atuais de satélite, verifica-se que as propriedades vão até o limite da linha de costa.

### **1.2.3. QMs**

Os recifes existentes desta praia não são capazes de amortecer, suficientemente, o impacto provocado por ondas, por essa razão foram construídos quebra-mares a fim de conter a frente de ondas que chegava até a antepraia com forte energia.

No trecho entre o Ed. Acauã (P13) até a rua Dr. A. Varejão (P14), verifica-se 600 (incluindo os intervalos submersos) metros de quebra-mares construídos em 2004, que não estavam instalados em 1999, e que de acordo com Borba, havia uma ausência de pós praia, marcada pela impermeabilização por muros de contenção vertical. Foi instalado inicialmente de tal forma a impedir completamente incidência das ondas, o que prejudicou a dinâmica sedimentar além de comprometer a balneabilidade local. Em seguida a construção de um espigão criou uma área de alta incidência de ondas e conseqüente erosão.

Essa estrutura corresponde ao trecho em que se verifica preservação da engorda iniciada no ano de 2013. De acordo com as imagens de satélite atualmente verifica-se uma extensão em torno de 600 metros de acumulação sedimentar com uma distância média de 40 metros da linha de costa até a linha de edificações. Este trecho mais uma vez revela erros técnicos de execução de estruturas de proteção e evidencia uma grande deficiência em gestão costeira do município de Jaboatão. Mas também evidencia a vantagem de se associar estruturas rígidas à alimentação praiar, sobretudo em praias com histórico de erosão. As várias formas de estruturas de proteção e ausência dela foram identificadas (Tabela 3).

Candeias apresentou trechos variados de acumulação sedimentar até a linha de costa (Figura 8 A). Entre o Edifício Estúdio Flora e o Edifício Acauã as propriedades avançavam até a linha de costa. O trecho que apresentou maior acumulação sedimentar estava associado à quebra-mares. Considerando as áreas de acumulação sedimentar correspondentes a obra de alimentação praiar (engorda de 2013) pode-se identificar três tipos estruturais em candeias: Enrocamentos e muros (7,8%); Quebra-Mares (24,6%); e Engorda (67,6%) (Figura 8 B).

Tabela 3: Estruturas fixas e estruturas fixas ausentes da praia Candeias

Intervalo	Ef ou Efa	Função/Observação	Km	E/km
P8-P14		SJ2 - Candeias	2,83	
P9'-P9''	EdD1	Indicativo de antiga erosão	-	-
P8-P10'	ASm1	Acumulação Sedimentar média	1,26	0,45
P10'-P11	ASn1	Efa e ausência de acumulação sedimentar	0,29	0,10
P11-P12	EdP3	Muros e rampas	0,19	0,07
P12-P12'	ASn1'	Efa e ausência de acumulação sedimentar	0,18	0,06
P12'-P13'	ASa1	Trechos beneficiados pela engorda de 2013 associado aos	0,03	0,01
P13'-P14	ASm2	QMs	0,18	0,06
P13-P14	QMs	Observou-se em cortes	0,6	0,21

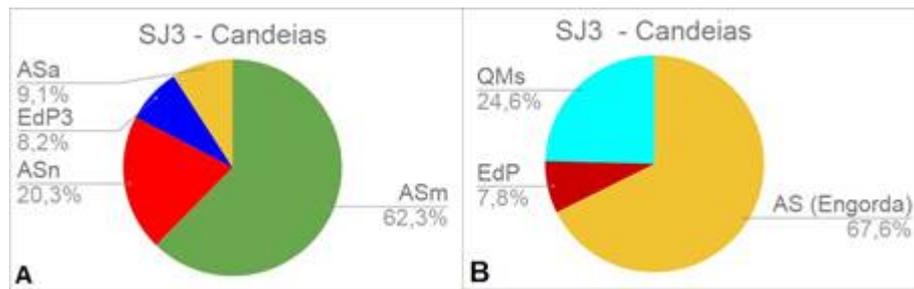


Figura 8: Estruturas costeiras em Candeias. Em A: Ambiente Praia até a L.C. Em B: Estruturas de proteção.

### 1.3. Piedade

Entre o Sesc (P15) e o Hotel Golden Beach (P18), este último situado entre os recifes emersos (P17 e P18'), encontra-se o trecho de 1,42 km da praia de Piedade cujas edificações se aproximam da linha de costa. Esse trecho também evidencia as falhas do projeto de engorda de 2013. A partir da Av. Beira Mar (P18') estende-se 2,09 km de acumulação sedimentar alta até a divisa de Jabotão dos Guararapes e Recife (Figura 9).



Figura 9: Setorização de imagem de satélite do setor SJ4 (Google Earth, 2023)

Abaixo os resultados encontrados da avaliação de cada estrutura observada:



### 1.3.1. EdD

Corresponde ao espigão construído em 2004, que como exposto anteriormente representa mais uma evidência de ação mitigadora mal-sucedida implementada pelo município. Atualmente não apresenta função de espigão e é usado por pescadores.

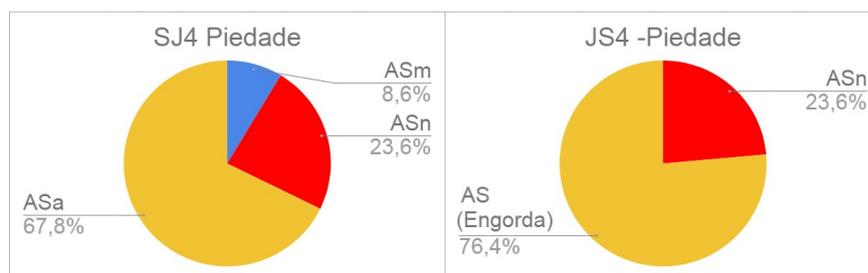
### 1.3.2. EdP4

Corresponde ao trecho da Igreja N.S. de Piedade, que atualmente encontra-se 31,45 m de distância da linha de costa, perdeu, portanto, a função de enrocamento e está inserido no trecho de engorda de praia. Este setor foi o que melhor apresentou qualidade do ambiente praial. Embora tenha apresentado um trecho de cerca de 1km em que as propriedades se estendia até a linha de costa a praia de Piedade não apresentou estruturas fixas de proteção costeira em funcionamento (Tabela 4).

**Tabela 4: Estruturas fixas e estruturas fixas ausentes da praia de Piedade.**

Intervalo	Ef ou Efa	Função/Observação	Km	E/km
P14-P20		SJ2 - Candeias	4,28	
P14-P16'	ASm	Histórico de erosão e posterior ações de mitigações fracassadas. Atualmente o trecho é usado por pescadores.	0,37	0,09
P15-P16	EdD2		-	
P16'-P18	ASn	Efa e ausência de acumulação sedimentar	1,01	0,24
P18-P20	ASa	Maior beneficiamento da engorda de 2013	2,9	0,68

Para as praias de Candeias e Piedades assumiu-se que os trechos que apresentaram acumulação sedimentar sem estruturas fixas, ou seja, ASb, ASm e ASa correspondem ao benefício da alimentação praial realizada pela obra de engorda de 2013, ao passo que trechos cuja propriedade estende-se até a linha de praia (ASn e EdP) representam evidências pontos de ineficiência da obra de engorda. A única obra presente em Piedade é a Alimentação praial (Figura 10).



**Figura 10 - Ambiente Praial até a L.C. e Estruturas de proteção.**

Constatou-se que Piedade é a praia mais beneficiada por obras de engenharia do litoral de Jaboatão, isso decorre das obras de engorda em 2013, cujos erros de execução recaíram em consequências mais severas à praia de Candeias. Já que esta apresenta maior complexidade morfodinâmica, sobretudo pela influência da foz do Rio Jaboatão. Em relação a funcionalidade das estruturas observadas no ambiente praial, ao agrupar as estruturas fixas observa-se que a praia de Candeias além de ser menos beneficiada pela obra de engorda atualmente apresenta mais estruturas fixas do que por alimentação praial. A Figura 11 a seguir representa a relação entre as praias de Piedade e Candeias.

Após análise de cada trecho em relação ao seu histórico fez-se análise comparativa das obras costeiras considerando cada setor e após todas as considerações expostas até agora pode-se fazer uma análise comparativa entre as praias, como mostra a Figura 12. Para análise comparativa das praias de Jaboatão por obras de proteção instaladas levou-se em conta que a engorda de 2013 beneficiou apenas as praias de Candeias e Piedades, portanto para estes trechos foi assumido que:

$$AS \text{ (Acumulação Sedimentar total)} = ASb + ASm + ASa = \text{Engorda (Equação 1)}$$

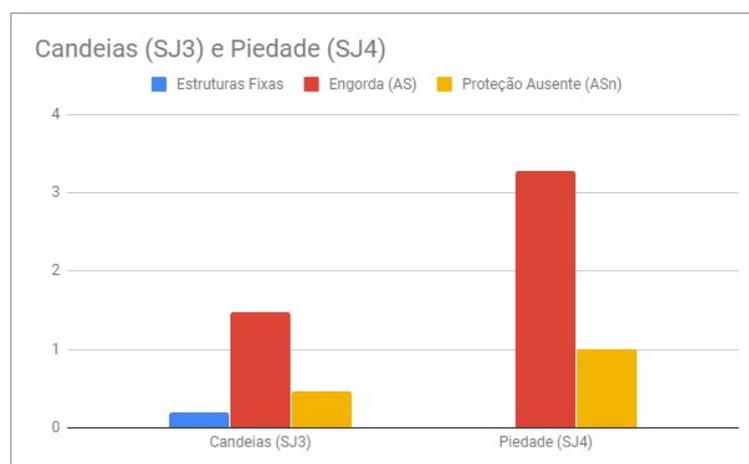


Figura 11: Proteção costeira das praias de Piedade e Candeias.

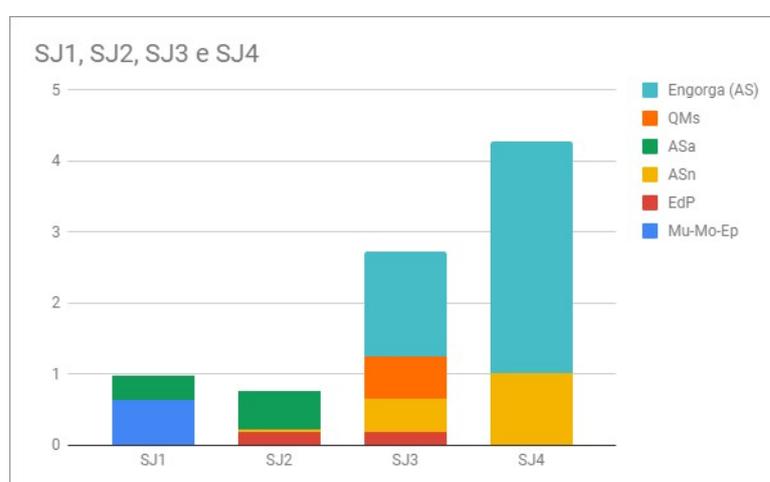


Figura 12: Obras costeiras das praias de Jaboatão dos Guararapes.

Aplicando os conceitos da Tabela 1, pode-se organizar as obras de proteção costeira atuais em termos de função (Quadro 3). Pode-se observar que a EdP2 que hoje funciona como enrocamento já se comportou como um espigão. Observa-se também variação da estrutura do tipo quebra-mar que inicialmente funcionava como uma proteção à ação direta das ondas, visto que era totalmente emerso, atualmente verifica-se pelas imagens de satélite que ele apresenta cortes submersos, o que possibilita a retenção de sedimentos.

Quadro 3: Classificação das estruturas em termos de função.

Processos/ Tipo estrutural	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4
1. Reflexão e/ou dissipação das ondas	-	EdP1 e 2	QM*	-
2. Armadilha de sedimentos	Mu-Mo-Ep	EdP2*		-
3. Adição de sedimentos	-	-	Alp	Alp

\* Estruturas que ao longo tiveram suas funções modificadas.

Finalmente a partir dos valores para relação “estrutura por quilômetro de praia (E/Km)” (Tabelas 2, 3 e 4), pôde-se fazer uma nova classificação que sintetiza o cenário atual das praias em relação a instalação de obras costeiras, conforme Tabela 5. Foram identificadas três situações:

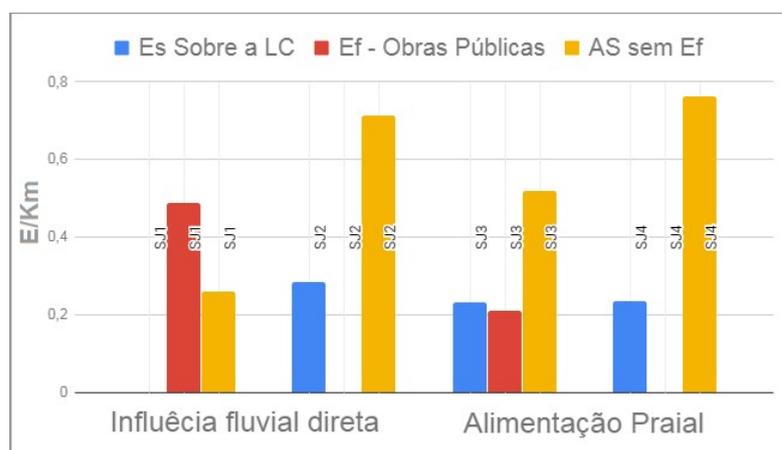
- i) **Es Sobre a LC** - Estruturas (Es) sobre a linha de costa. Trechos cujas estruturas, sobretudo as propriedades particulares, avançavam até a linha de costa. Refere-se ao somatório das estruturas duras particulares (EdP) e dos trechos de acumulação sedimentar nula (ASn).

- ii) **Ef - Obras públicas** - Estruturas fixas (Ef) de cunho governamental (Obras públicas). Considera-se as estruturas fixas instaladas pelo município.
- iii) **AS sem Ef** - Acumulação sedimentar (AS) sem estruturas fixas (Ef). Trechos de praias com presença de acumulação sedimentar entre as Es particulares e públicas e a linha de costa.

**Tabela 5: Classificação do cenário atual dos setores de praia de Jaboatão.**

Ef , Efa ou Asn	Influência fluvial direta		Alimentação Praial	
	SJ1(E/Km)	SJ2 (E/Km)	SJ3 (E/Km)	SJ4 (E/Km)
Es Sobre a LC	0	0,29	0,23	0,24
Ef - Obras Públicas	0,49	0	0,21	0
AS sem Ef	0,26	0,71	0,52	0,76

É importante destacar que a situação das praias são um reflexo da sua morfodinâmica, em que fatores naturais e antrópicos modificam positivamente ou negativamente o balanço sedimentar do ambiente praial (BORBA, 1999). No litoral da área de estudo verifica-se que a medida que se aproximam do limite sul (divisa entre as praias de Barra de Jangada e Paiva), os setores apresentam maior influência fluvial, em função da foz do Rio Jaboatão e das obras do tipo molhe e espigão instaladas em 2004. Ao passo que ao norte os setores foram mais influenciados por obras de engenharia do tipo alimentação praial, sobretudo pela grande obra de engorda realizada pela prefeitura em 2013 (Figura 13).

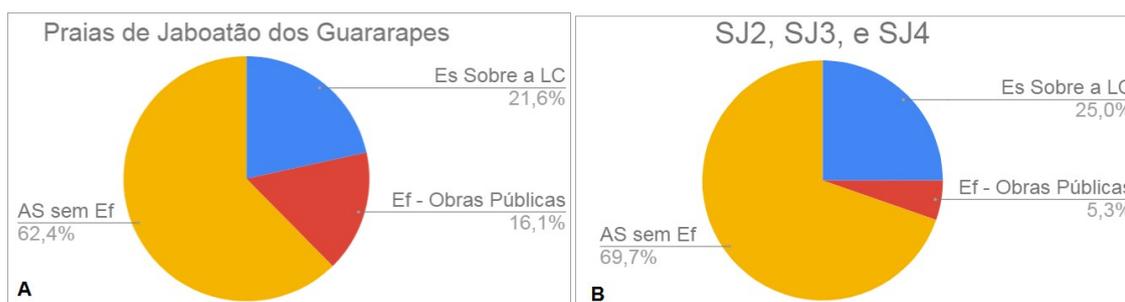


**Figura 13: Cenário atual das estruturas instaladas próximo a linha de costa das praias de Jaboatão dos Guararapes.**

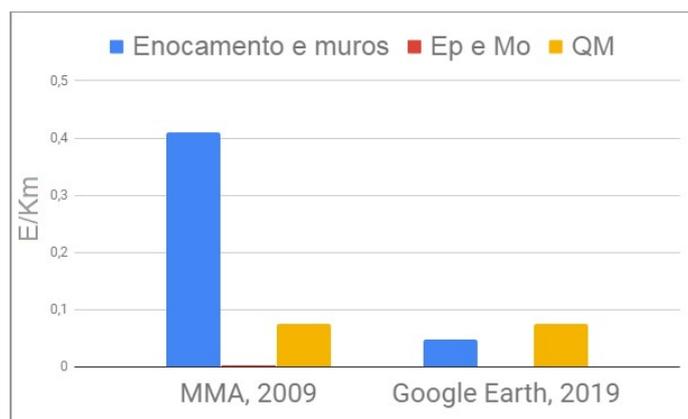
Como último resultado obtido neste trabalho mensurou-se as obras costeiras presentes no litoral de Jaboatão em função das estruturas instaladas próximas a linha de costa (Figura 14).

A Figura 15 mostra que ao desconsiderar o setor SJ1 tem-se uma significativa mudança em relação a Ef - Obras Públicas, mas não o suficiente para alterar o cenário geral, em ambas as situações se tem um percentual inferior à 16%. Da mesma forma o percentual de acumulação sedimentar entre a linha de costa e as estruturas públicas e privadas (terrenos, casas, edifícios, ruas, avenidas etc) mostrou-se superior à 62%, e as estruturas sobre a linha apresentam valores inferiores à 21%.

Embora não tenha sido possível fazer uma comparação precisa entre os dados obtidos neste trabalho e os dados obtidos em documentos oficiais, podemos fazer duas considerações. Primeira, dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2009) mostram que antes da obra de engorda realizada em 2013 as obras predominantes nas praias eram do tipo enrocamento e muros. E de acordo com o resultado da análise deste trabalho, atualmente este tipo de obra é pouquíssimo frequente.



**Figura 14: Cenário do litoral de Jaboatão em função das instalações próximas à linha de costa.**



**Figura 15: Análise comparativa das estruturas fixas, antes e depois da obra de engorda realizada em 2013 dos setores SJ2, SJ3 e SJ4. Fonte: Adaptado de MMA (2009).**

A segunda é que os resultados deste trabalho corresponde com a hipótese inicial de que a ocupação antrópica, através da urbanização, é a grande indutora das alterações morfodinâmicas do ambiente praial. De acordo com a metodologia desenvolvida neste trabalho (excluindo o setor SJ1), 5,29 km corresponde aproximadamente às áreas de acumulação sedimentar. Estas áreas apresentam maior qualidade morfológica do ambiente praial e corrobora a informação encontrada em Manso et al (2018) de que Jaboatão apresenta atualmente maior parte de suas áreas costeiras estáveis (2,127 km) ou estáveis por obras (5,808 km).

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As ações estruturais consistem em proteger o ambiente praial através de manipulação do comportamento das ondas e dos sedimentos por meio de implementação de obras de engenharia. Tais ações pretendem promover a estabilidade e progradação da linha de costa, no entanto, o tamanho, a forma, a orientação, o tipo de material utilizado, a idade e o estado de reparo dessas obras tendem, porém, a afetar a capacidade dos processos naturais, paisagens e habitats de evoluírem.

Através do levantamento histórico do uso e ocupação do litoral de Jaboatão observou-se que a imprudência é um traço marcante nas implementações de obras ao longo das praias, tanto por iniciativas pontuais por particulares quanto as de cunho governamental, sobretudo quando ocorrem em caráter emergencial.

Em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil, as primeiras alternativas mitigadoras implementadas tanto por ações públicas como por iniciativas pontuais por particulares foram de proteção com estruturas fixas. Tais estruturas acabaram por acentuar a vulnerabilidade à erosão promovendo prejuízos econômicos e ambientais que foram posteriormente relativamente mitigados com alimentação praial implementado por obras governamentais.

De modo geral, apesar das sucessivas obras mal-sucedidas e da insistente especulação imobiliária, há uma percepção de considerável melhora no que tange o conceito de ações mitigadoras. De acordo com o estudo de vulnerabilidade à erosão,



a engorda e a remoção de algumas obras estruturais proporcionam melhores condições paisagísticas ao litoral em questão.

O litoral de Jaboatão dos Guararapes é marcado por grandes modificações morfológicas do seu ambiente praial. Como foi bastante discutido neste trabalho, apesar desta melhora o custo-benefício da obra de engorda é bastante controverso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORBA, A.L.S. *Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das praias da piedade, candeias e barra das jangadas - município do Jaboatão dos Guararapes-PE*. 1999. 209 f. Dissertação de Mestrado Centro de tecnologia e geociências. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 1999.

BRASIL. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro –GI-GERCO/CIRM. *Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira*. 2018 –Brasília/DF, 2018.

BRASIL. *Projeto Monitoramento Ambiental Integrado (MAI): avaliação dos processos de erosão costeira nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes: Relatório Final*. 2009. Recife: UFPE.

CARVALHO, K.K.A. Dinâmica evolutiva da linha de costa da praia de Candeias - PE: Processos geradores de sustentabilidade. *Revista de ciências ambientais - RCA*, Canoas, v. 11, n. 2, 2017.

GOOGLE EARTH. 2023. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: janeiro. 2023.

ITEP, Instituto de Tecnologia de Pernambuco. 2012. *RIMA - Relatório de impacto ambiental: recuperação da orla marítima: municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista, Pernambuco*. Recife: ITEP, 119p. Disponível em: [http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/rima\\_recuperacao\\_orla\\_maritima.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/rima_recuperacao_orla_maritima.pdf). Acesso em: 04 abril. 2019.

MANSO, V. DO A. V. et al. Pernambuco. In: MUEHE, D. (Ed.). *Panorama da Erosão Costeira*. Brasília, BR: Ministério do Meio Ambiente, 2018. p. 345–380.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa – PROCOSTA. 2018. 36p.

OLIVEIRA, N.M.G.A, CARVALHO, J.A.R. DE. Proposta de zoneamento ambiental dos sistemas físicos praial e estuarino: um estudo de caso no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, Brasil. 2017. Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/cccs/2017/04/zoneamento-ambiental.html>. Acesso em 10/05/2022.