



**Universidade Federal Rural de Pernambuco**

**Departamento de Biologia**

**Área de Zoologia**

**Efeitos de um processo de engorda de praia sobre a  
comunidade meiofaunística da zona entre-marés da praia  
de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE)**

**Luiz Felipe Valença Galiza Sena**

**Recife**

**2018**

**Luiz Felipe Valença Galiza Sena**

**Efeitos de um processo de engorda de praia sobre a comunidade meiofaunística da zona entre-marés da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE)**

Trabalho de conclusão de curso.

Bacharelado em ciências biológicas - UFRPE

**Orientação: Profa. Dra. Clélia Rocha**

**Co-orientação: Dra. Érika Santos**

Recife, 2018

**Efeitos de um processo de engorda de praia sobre a comunidade meiofaunística da zona entre-marés da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE)**

Luiz Felipe Valença Galiza Sena

Banca examinadora:

**1º titular (presidente):** \_\_\_\_\_

Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha

**2º titular:** \_\_\_\_\_

Profª. Dra. Betânia Cristina Guilherme

**3º titular:** \_\_\_\_\_

MSc. Edivaldo Lima Gomes Junior

**Suplente:** \_\_\_\_\_

MSc. Caroline Cibelle Correia Clemente

“ ...

Escudos provocantes, com pontas rosadas!  
Armário de segredos, com coisas prezadas,  
Com vinhos, perfumes, poções  
De fazer delirar crânios e corações!

Quando varres o ar com teu vestido largo,  
Tens o efeito de um barco que se põe ao largo,  
Levando estofos, vai ao vento  
Seguindo um ritmo suave, e preguiçoso, e lento.  
...”

Charles Baudelaire ‘LII - o belo navio’, no livro ‘flores do mal’.

## **Agradecimentos**

Ao luciferianismo agnóstico, ou seja, à crença de Lúcifer como referência de realizações pessoais (conhecimento, crescimento individual e autoaperfeiçoamento). É uma modalidade influenciada por Anton LaVey, na qual diz que não há uma divindade específica, mas que cada pessoa eleva-se a ponto de tornar-se seu próprio deus.

Aos familiares próximos que convivem comigo pelo apoio e sacrifícios que fizeram para que eu conseguisse alcançar os meus objetivos.

À minha orientadora Clélia Rocha por todo suporte em todos esses anos que passei no laboratório, tanto dentro, quanto fora da universidade e, inclusive, agradeço a ela pela paciência comigo.

À Érika pela ajuda com os testes estatísticos e revisão do trabalho.

A Edivaldo pela sensatez e inteligência, o que leva a boas conversas.

Aos meus colegas de laboratório pelas boas conversas e por aguentarem passar tanto tempo ouvindo os meus trocadilhos sem graça, em especial a Edpo, que convive há mais tempo com isso.

À CAPES pela concessão das bolsas de iniciação científica.

Aos professores e técnicos do primeiro andar do prédio da zoologia da UFRPE que são mais próximos a mim: Eulina, Pedrão, Arlene e Marco Aurélio. Agradeço também a Cleodon, técnico em laboratório, pelo bom humor constante comigo e por ser solícito.

Às funcionárias da limpeza: Neidinha, Margareth e Elaine.

À Bárbara Schneyder e a Kayo Tavares, pois sem eles eu não saberia da existência e nem da data da maioria dos trabalhos e provas aplicadas.

De todos os professores que eu tive, alguns se destacaram tanto pela metodologia, quanto pelo lado pessoal e, por isso, os considero ótimos professores (a quem vão os meus agradecimentos): Alvaro Teixeira; Elisangela Lucia; Edson; Emmanuel Pontual; Victor Caiaffo; Pabyton Cadena; Thiago Gonçalves; José Vitor e Carol Lins. Um agradecimento especial aos professores que não desistiram de mim e me motivaram a buscar ainda mais conhecimento: Felipe Sodré, Valéria Wanderley e Martin Alejandro e Gustavo Oliveira.

Aos poucos amigos que fiz na UFRPE, e aos de longa data que também iniciaram estudos lá.

## Sumário

Agradecimentos	i
Lista de figuras	iv
Lista de tabelas	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Introdução	1
Objetivos	5
Metodologia	6
Resultados	9
Discussão	19
Conclusão	21
Referências	22

## Lista de figuras

Figura 1 – Trecho da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE) antes da engorda, com obras de contenção da erosão marinha. Foto: Clélia Rocha	2
Figura 2 – Aspecto da praia de Candeias no mesmo trecho fotografado na figura 1, imediatamente após a engorda	4
Figura 3 – Mapa da área de estudo com localização do ponto de coleta (modificado de <a href="http://www.googleearth.com">www.googleearth.com</a> – acessado em 23/04/2013.).	6
Figura 4– Mapa da área de estudo com localização do ponto de coleta (modificado de <a href="http://www.googleearth.com">www.googleearth.com</a> – acessado em 19/07/2018).	8
Figura 5 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do infralitoral raso ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).	10
Figura 6 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral inferior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).	11
Figura 7 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral inferior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).	11
Figura 8 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral superior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).	12

Figura 9 – Resultados das análises granulométricas ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE).	13
Figura 10 – Caracterização textural dos grãos sedimentares da praia de Candeias antes e durante o processo de engorda.	14
Figura 11 - Curva de rarefação de táxons do total de amostras analisadas para a praia de Candeias.	15
Figura 12 - Ordenação não-métrica multidimensional (MDS) para o total de amostragens relativos aos períodos estudados.	15
Figura 13 -Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do infralitoral da praia de Candeias.	16
Figura 14 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral inferior da praia de Candeias.	16
Figura 15 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral da praia de Candeias.	176
Figura 16 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral superior da praia de Candeias.	17

## Lista de tabelas

Tabela I: Resultado do teste SIMPER, indicando quais grupos faunísticos foram mais representativos na estruturação da comunidade encontrada em cada amostragem.	18
---	----

## **RESUMO:**

A erosão marinha, que é caracterizada pelo recuo da linha da costa em direção contrária à do mar, promove uma importante perda de habitat para organismos que habitam a faixa de areia. Em vários pontos da costa pernambucana já é percebida essa erosão em níveis moderados a severos, e já foram realizadas obras para conter o recuo da linha da praia. Recentemente foi realizado um processo de contenção da erosão marinha no estado de Pernambuco, visando primeiramente as áreas mais atingidas. Essa ação propiciou, ao longo de um trecho de 5,5 km, o alargamento da faixa de areia das praias de Barra de Jangadas, Candeias e Piedade. A recomposição sedimentar dessas praias foi feita através de areia dragada da plataforma continental a uma profundidade de 13 m. Este trabalho analisou a sucessão ecológica dos organismos da meiofauna, que variam de 0,044 mm a 0,5 mm de tamanho, e os sedimentos em que habitam, na praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes, PE) antes e após um processo de engorda da faixa de areia, até um período de 90 dias posteriores ao processo. Esses animais possuem um modo de vida adaptado ao ambiente intersticial, podendo variar de acordo com a variação da natureza e tamanho dos grãos. As coletas foram realizadas antes da engorda, 1 dia após, 7, 15, 30, 60 e 90 dias após a deposição de sedimentos, no infralitoral e no médio litoral. O material foi tratado em laboratório através das técnicas de rotina para estudo da meiofauna, que foi identificada em níveis taxonômicos altos. Este trabalho investigou os efeitos deste processo sobre a comunidade meiofaunística da praia e sua sucessão ecológica, tendo em vista a sua estreita relação com os sedimentos e as suas características. Verificou-se que imediatamente após o processo de engorda da praia tanto os sedimentos foram modificados, como a estrutura da comunidade meiofaunística que os coloniza. Esta passou por várias mudanças na sua estrutura, tanto na riqueza de espécies, quanto na abundância. Testes estatísticos mostraram a tendência à estabilização ou mesmo a estabilização da estrutura da comunidade num padrão significativamente semelhante à meiofauna originalmente existente na praia. Sendo assim os resultados apontam para uma possibilidade de utilização da meiofauna em programas de biomonitoramento ambiental para ações de engenharia costeira.

Palavras-chave: meiofauna; sedimentos; erosão marinha; alargamento da faixa de areia; bioindicador; sucessão ecológica

## **ABSTRACT:**

Marine erosion, which is characterized by the retreat of the coastline against the sea, promotes a significant loss of habitat for organisms inhabiting the intertidal zone. At various points along the coast of Pernambuco this erosion is already perceived at moderate to severe levels, and some actions have already been carried out to contain the retreat from the beach line. Recently, a process of containment of the marine erosion in the state of Pernambuco was carried out, aiming first at the most affected areas. This action provided, along a 5.5 km stretch, the widening of the sand strip of the beaches of Barra de Jangadas, Candeias and Piedade by a beach nourishment process. The sedimentary recomposition of these beaches was made through sand dredged from the continental shelf from a depth of 13 m. This study analyzed the ecological succession of meiofaunal organisms (from 0.044 mm to 0.5 mm in size), and the sediments in which they live, in the beach of Candeias (Jaboatão dos Guararapes, PE) before and after a process of beach nourishment for up to 90 days after the process. These animals have a biology adapted to the interstitial environment, and can vary according to the variation of the nature and size of the grains. The collections were performed before the beach nourishment, 1 day after, 7, 15, 30, 60 and 90 days after sediment deposition, in the infralittoral and in the intertidal zone. The material was performed in the laboratory through routine techniques for the study of meiofauna, which was identified at high taxonomic levels. This work investigated the effects of this process on the meiofauna community of the beach and its ecological succession, due to its close relationship with the sediments and their characteristics. It was verified that immediately after the process of beach nourishment the sediments were modified, and also the structure of the meiofauna community that colonizes them. This has undergone several changes in its structure, both in species richness and in abundance. Statistical tests showed a tendency to stabilize or even stabilize the community structure in a pattern that is significantly similar to the meiofauna originally existing on the beach. Thus, the results point to a possibility of using meiofauna in environmental biomonitoring programs for coastal engineering actions.

Keywords: meiofauna; sediments; marine erosion; beach nourishment; bioindicator; ecological succession

## 1 – INTRODUÇÃO

As praias representam sistemas transicionais, dinâmicos e sensíveis, em constante ajuste às flutuações dos níveis de energia locais (MALLMAN; ARAÚJO, 2010). Sua principal função ambiental consiste na atuação como zona tampão, protegendo a costa da ação direta da energia do oceano (HOEFEL, 1998). Como ambientes dinâmicos, as praias estão sujeitas a um complexo sistema de forças e processos, dos quais são produtos (MANSO, 2001). A estabilidade de uma praia é a situação na qual essas forças trabalham igualando perdas e ganhos de sedimentos (BIRD; SCHWARTZ, 1985).

A erosão marinha, que é caracterizada pelo recuo da linha da praia em direção ao continente e também caracterizado pelo balanço negativo de sedimentos, promove grandes perdas de habitats costeiros. A erosão afeta diretamente espécies, incluindo espécies em extinção, pois os habitats desses animais são desfeitos (ARMONIES; REISE, 2000; CISNEROS, 2011; DUGAN, 2011).

A sucessão ecológica pode ser explicada como a sequência de comunidades, desde a colonização até a última comunidade, que é denominada clímax. São comunidades que, gradativamente, vão sofrendo pequenas mudanças. As primeiras espécies que se estabelecem são chamadas de pioneiras. Estas vão sendo substituídas por espécies secundárias até constituírem uma comunidade clímax, de equilíbrio. O clímax indica a máxima exploração do espaço e recursos, bem como a ocupação de todos os nichos disponíveis (FOSBERG, 1967)

Os tipos de sucessão ecológica ocorrem de acordo com alguns estágios dela, que são: as comunidades pioneiras, novas formas de vida a entrarem na lista da sucessão, espécies que, de alguma forma, colonizaram algum local; estabelecimento, que é quando estes organismos começam a achar recursos naturais para começarem a se manter no ambiente; estágio sustentável, que é quando a ecologia de comunidades começa a fluir, (ou seja, há nascimentos e mortes, emigrações e imigrações de organismos); o quarto e último estágio é o de produção, que é quando o meio já não suporta mais a taxa de crescimento da população, seja por limitação dos recursos naturais ou fatores externos (MARGALEF, 1986).

O litoral de Pernambuco, seguindo tendência global, tem suportado um grande crescimento, constituindo a região de maior densidade demográfica do estado (LIMA, 2003; GREGÓRIO, 2004). Em vários pontos da costa o processo erosivo já é percebido em intensidades que variam de moderada a severa (LIRA, 1997) – (Figura 1). Em determinados trechos, tentativas de minimizar o processo de recuo da linha de costa por meio da construção de obras já se fizeram necessárias (FINEP/UFPE, 2008).

Figura 1 – Trecho da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE) antes da engorda, com obras de contenção da erosão marinha. Foto: Clélia Rocha



O grau de vulnerabilidade de uma praia é notado pelo nível de perturbações que a praia ou elemento de um sistema sofre de agentes impactantes causando prejuízos. A vulnerabilidade está também relacionada ao grau de urbanização e intervenções nas zonas costeiras (COUTINHO, 1997). Normalmente são classificados em três tipos os crescentes níveis de vulnerabilidade de uma praia, onde o primeiro é de grau mínimo de erosão e no último grau já é percebida a ausência da pós praia e a visualização das barreiras de contenções (MADRUGA FILHO; ARAÚJO, 2000). As praias do município de Jaboatão dos Guararapes, região metropolitana do Recife, estão enquadradas no 3º grau, que significa severo processo de erosão marinha.

A engorda de praias (despejo de sedimentos trazidos de outra localidade) tem se tornado crescentemente popular (FINKL; WALKER, 2002). Esta técnica é vista como uma eficaz técnica ambientalmente sustentável e relativamente positiva em relação a processos erosivos em curto prazo, e a erosões de médio e longo prazo (HAMM, 2002). Porém, muitos autores a consideram de profundo impacto para as comunidades marinhas (ELLIS, 2000; AIROLDI, 2003; THRUSH, 2003; CONELL, 2005;

COLOSIO, 2007): o grande e súbito depósito de sedimentos, independentemente da sua origem, atinge de forma muito impactante os habitats bentônicos, causando o soterramento e morte da maioria dos organismos (ELLIS, 2000; SMITH; RULE, 2001; THRUSH, 2003).

A meiofauna compreende organismos de 0,044 mm a 0,5 mm de tamanho (MARE, 1942), formando associações do bentos. Estes animais apresentam sua morfologia, fisiologia e ciclo de vida, habitando os espaços presentes entre os sedimentos, também sendo encontrados em associações com algas (DA ROCHA *et al.*, 2006), poliquetas, cnidários (HEIP, 1985; GUILHERME *et al.*, 2011) e também podem ser encontrados em estruturas artificiais (ATILLA, 2003; FONSÊCA-GENEVOIS, 2006; ALONGI, 1985; VENEKEY; 2008). Segundo Warwick (1984), os organismos da meiofauna detêm uma estratégia de vida diferente dos animais de macrofauna.

A meiofauna é composta por aproximadamente 30 filos, sendo alguns grupos tipicamente meiofaunísticos, que são: Copepoda, Nematoda, Tardigrada, Turbellaria e Polychaeta, enquanto outros compõem esta comunidade apenas numa parte do seu ciclo de vida: Gastropoda, Nemertea e alguns Polychaeta. Esses organismos participam da cadeia alimentar como fonte de alimento para outros organismos (GEE, 1989) e como consumidores (MONTAGNA, 1995) constituindo uma das maiores fatias no fluxo de energia dos sistemas bentônicos (STEAD, 2004). Estes organismos participam também do processo de remineralização de detritos orgânicos e, assim, na relação de distribuição da biomassa (TENORE, 1977).

A composição da meiofauna é determinada pelo tipo de sedimento relacionado à profundidade em que se encontra. Como exemplo temos organismos que vivem em plataformas continentais cujo substrato é arenoso, e dependem deste terreno ser arenoso para viverem. As alterações no nível de táxon coincidem com as mudanças físicas no substrato (HIGGINS; THIEL, 1988). Isso foi comprovado comparando a comunidade meiofaunística de areias calcárias e silicosas (GIERE, 2009).

As propriedades do sedimento e a sua distribuição controlam as dimensões do espaço intersticial, interferindo no grau de seleção, tamanho do grão, porosidade e permeabilidade (GIERE, 1993; MCLACHLAN; TURNER, 1994). Em areias calcárias biogênicas ocorrem diversos grupos meiofaunísticos, como os Nematoda, Copepoda, Polychaeta Tardigrada e Bryozoa. Embora com poucos indivíduos cada, encontra-se uma biodiversidade excepcionalmente alta (RENAUD-MORNANT; SERENE, 1967; COULL, 1970; GÚZMAN, 1987). Em sedimentos um pouco mais grosseiros o grupo dominante é frequentemente o dos Copepoda Harpacticoida e dos Nematoda. Os Nematoda de vida livre podem ser classificados em grupos tróficos (WIESER, 1959), que podem ser micrófagos, bacteriófagos, predadores e onívoros. A morfologia da região anterior e da cavidade bucal do animal está relacionada ao hábito alimentar deste. Além dos Copepoda e Nematoda, outros táxons podem ocorrer, como Polychaeta, Gastropoda e Cephalopoda. Em geral, em locais expostos com sedimentos grosseiros, as

densidades da meiofauna são relativamente baixas (GUZMÁN, 1987). Já numa areia mais fina, lama, espera-se encontrar Nematoda menores (GIERE, 2009).

As associações formadas entre a meiofauna e o ambiente ao redor são usadas para medir e descrever variações ambientais, como também são importantes para o estudo dos prováveis fatores que levam a isto. Estas características nos levam a considerar a meiofauna como potencialmente o melhor bioindicador ambiental sobre ações antrópicas no ambiente litorâneo, como no exemplo deste projeto, as obras de engorda de praias de Pernambuco (AUSTEN, 1989; COULL; CHANDLER, 1992; SILVA, 1997).

Na engorda de praia realizada no litoral de Jaboatão dos Guararapes (PE) a reposição de sedimentos foi feita através de uma draga que trouxe areia da praia de Xaréu, no Cabo de Santo Agostinho, a uma profundidade de 13 m e a 2,2 km da costa, e que é distante cerca de 12 km do local das obras. A areia foi dragada por sucção para uma embarcação do tipo Trailing Hopper Suction Dredge (THSD), com capacidade mínima da cisterna de 2.000m<sup>3</sup>. Armazenada na draga, a areia foi bombeada para as praias, sequencialmente, a partir da praia de Barra de Jangada, seguindo em direção ao Norte até a praia de Piedade. Este projeto visou uma faixa de areia de largura variando entre 30 metros e 45 metros. O nível da areia ficou equivalente ao da rua, hotéis e casas locais, segundo a prefeitura de Jaboatão (prefeitura de Jaboatão dos Guararapes – PE, 2013) – (Figura 2).

Figura 2 – Aspecto da praia de Candeias no mesmo trecho fotografado na figura 1, imediatamente após a engorda. Foto: Clélia Rocha



Com este estudo, foram investigados de forma pioneira os efeitos deste processo de engorda sobre a meiofauna da praia de Candeias, assim como a sucessão ecológica no âmbito desta comunidade após tamanho distúrbio, tendo sido abordadas situações desde antes da deposição de sedimentos exógenos até 90 dias após, levando-se em consideração que a duração estimada do ciclo biológico da maioria dos componentes desta comunidade é de 60 dias (GIERE, 2009).

## **1.1 – Hipótese:**

Este trabalho foi desenvolvido sob as hipóteses de que a comunidade meiofaunística originalmente encontrada na praia seria alterada pela deposição de sedimentos alóctones e que o seu acompanhamento desde a intervenção até 90 dias após a engorda da praia permitiria testemunhar todas as etapas da sucessão ecológica desde o stress físico até a estabilização da estrutura da comunidade.

## **1.2 – Objetivos:**

### **1.2.1 – Geral:**

- Investigar os efeitos da deposição de sedimentos alóctones decorrentes da engorda sobre a comunidade meiofaunística do infralitoral raso e médio litoral da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE).

### **1.2.2 – Específicos:**

- Analisar a estrutura e a distribuição espacial das comunidades meiofaunísticas presentes no médio litoral e no infralitoral raso da praia de Candeias desde antes no processo de engorda da faixa de areia até 90 dias após a realização da deposição dos sedimentos na localidade;
- Correlacionar a estrutura das comunidades presentes nas amostragens pós-engorda àquela presente originalmente na praia;
- Caracterizar texturalmente e granulometricamente os sedimentos da localidade abordada, desde antes da engorda até 90 dias após o processo;
- Correlacionar a estrutura das comunidades estudadas às características dos sedimentos em todas as situações abordadas;
- Estabelecer um padrão para a sucessão ecológica observada no âmbito destas comunidades.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1 DESCRIÇÃO DE ÁREA:

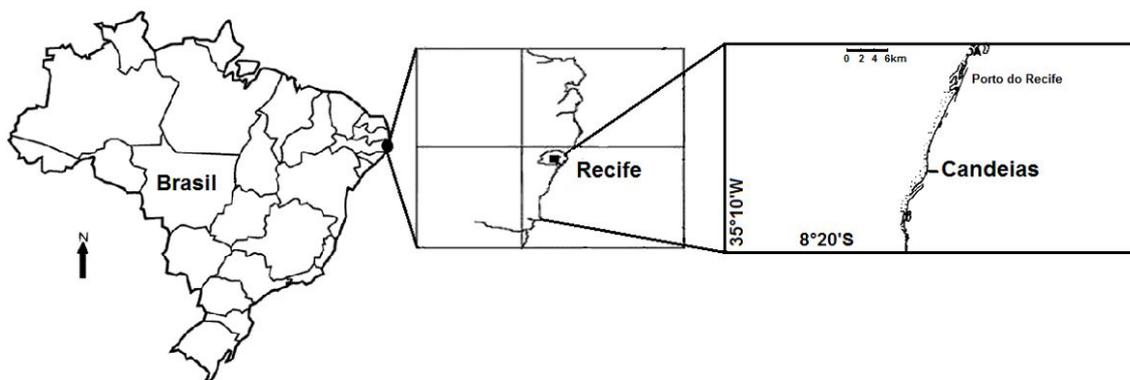
#### 2.1.1- GENERALIDADES:

O litoral de Jaboatão dos Guararapes, situado ao sul do estado de Pernambuco, é formado pelas praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada. Estas praias apresentam cobertura sedimentar composta de areia quartzosa com matéria calcária de origem orgânica, onde afloram linhas de recifes de arenito durante a baixa-mar (COELHO-SANTOS, 1993).

O município possui uma área aproximada de 257,3 km<sup>2</sup>, representando 10,65% da região metropolitana do Recife e 0,25% do estado de Pernambuco. Limita-se a Norte com os municípios de São Lourenço da Mata e Recife; a Sul com Moreno e Cabo; a leste com Recife e o oceano Atlântico e a oeste com o município de Moreno (FIAM, 1987).

O presente estudo foi desenvolvido na praia de Candeias, localizada entre os paralelos 08°11'19" e 08°13'29" S, à altura do meridiano 35° W, que apresenta cerca de 4,2 km de extensão (Figura 3). Esta praia caracteriza-se por não apresentar, no médio litoral, formação de recifes que emergem à baixa-mar. Entretanto, há no infralitoral uma linha de recifes formadas por algas calcáreas mortas que emergem em marés de sizígia (COELHO-SANTOS; COELHO, 1994/95). De acordo com Laborel (1967), esta área apresenta uma crista algal bastante desenvolvida em toda a superfície, com povoamento à base de clorofíceas, havendo também formações com grande quantidade de vermetos.

Figura 3 – Mapa da área de estudo com localização do ponto de coleta (modificado de [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) – acessado em 23/04/2013).



Esta região vem sofrendo uma pressão antrópica intensa devido ao extraordinário crescimento populacional e turístico, já mencionado 30 anos atrás (FIAM, 1987), sendo bastante frequentada por banhistas provenientes de diversas

localidades, que podem causar uma depredação do ambiente acarretando grandes alterações nas condições primitivas da área.

### **2.1.2- CLIMA:**

O clima do município é do tipo tropical chuvoso (Aw). A área estudada está situada na faixa de clima tropical atlântico, com temperatura média do ar em torno de 26°C, cujos valores máximos e mínimos ocorreram nos meses de fevereiro (26,9°C) e agosto (24,2°C), respectivamente (CAVALCANTI; KEMPF, 1967/1969). Os autores registraram uma precipitação média anual em torno de 1.720 mm. A distribuição pluviométrica na região demonstra dois períodos bem definidos: uma estação seca ou de estiagem, pouco pronunciada, que se prolonga de setembro a fevereiro (com precipitação abaixo de 100 mm), e uma estação chuvosa, compreendida entre março e agosto (com valores superiores a 100 mm), sob influência de frentes frias oriundas do sul (CAVALCANTI; KEMPF, *op. cit.*).

### **2.1.3-HIDROLOGIA:**

A temperatura da água apresenta variações semelhantes à do ar, e de acordo com Cavalcanti e Kempf (1967/69) a média anual fica em torno de 28°C, com valores máximos e mínimos registrados nos meses de março (29,2°C) e agosto (26,4°C), respectivamente. A variação da salinidade apresenta uma relação muito estreita com a pluviosidade, onde os maiores valores chegam a atingir 36% em dezembro, correspondendo ao período seco, e os menores valores a 32,2% em julho, compreendendo ao período chuvoso. Esses valores também refletem a influência de pequenos rios costeiros (CAVALCANTI; KEMPF *op. cit.*).

Coelho-Santos e Coelho (1994/95) publicaram dados hidrológicos correspondentes aos anos de 1988 a 1990, onde registraram o menor valor da temperatura da água em abril/89 (24°C) e o maior em fevereiro/90 (35°C), ficando a média em torno de 29,8°C. Os autores registraram o menor valor da salinidade em abril/89 (21,62%) e o maior em março/89 (37,39%).

Tanto a temperatura como a salinidade podem sofrer um pequeno decréscimo durante o período de chuvas. Já no período seco, a influência das águas continentais é bastante limitada, com a salinidade permanecendo relativamente uniforme (COSTA, 1989).

### **2.1.4-HIDROGRAFIA:**

O município é drenado pelos rios Capibaribe, Pirapama e Jaboatão, com o último apresentando maior destaque, já que se trata de um dos mais poluídos da região Metropolitana do Recife (CONDEPE/FIDEM, 1978).

O rio Jaboatão é o principal curso d'água, desembocando no Oceano Atlântico, na divisa com o município do Cabo de Santo Agostinho. Seu principal afluente é o rio Duas Unas (margem esquerda) represado pela barragem de mesmo nome, única nos limites do município e considerada de grande importância para o abastecimento da RMR (ASSUNÇÃO, 1997).

Segundo Okuda e Nóbrega (1960), os rios Pirapama e Jaboatão exercem grande influência nos componentes químicos e sobre a fauna e flora das águas desta região. De acordo com Mont'Alverne (1982), a influência destes rios na costa é pouco significativa, e apenas evidente no período de maior pluviosidade, que coincide com os meses de maio, junho e julho.

## 2.2 – METODOLOGIA EM CAMPO:

As coletas foram realizadas ao longo do ano de 2013 na praia de Candeias (Figura 4). Para este plano de trabalho foram estudadas duas situações encontradas nos períodos de antes da engorda, 1 dia após, 7, 15, 30, 60 e 90 dias após a deposição de areia na localidade.

Figura 4– Foto de satélite da área de estudo com localização do ponto de coleta (modificado de [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) – acessado em 19/07/2018).



Foram estabelecidos dois transectos perpendiculares à linha de praia, distantes 1 km entre si. Em cada um foram demarcados quatro pontos de coleta: médio-litoral superior, médio-litoral, médio-litoral inferior e no infralitoral raso (1 m de profundidade durante a maré baixa, de acordo com (PETERSON, 2000). Em cada ponto foram coletadas 3 réplicas de sedimento no estrato de 0 a 10 centímetros de profundidade, utilizando-se um testemunhador cilíndrico de PVC com 10 cm<sup>2</sup> de área interna (HULLINGS; GRAY, 1976), totalizando 168 amostras meiofaunísticas para análise. Este material foi acondicionado, identificado em potes plásticos e levado à UFRPE,

fixado com formol a 4%, para posterior análise. Foram também coletadas amostras para análises granulométricas e avaliação textural dos sedimentos.

## **2.2 – METODOLOGIA LABORATORIAL:**

Em laboratório a meiofauna das amostras foi extraída através de lavagem em água corrente filtrada, utilizando-se peneiras geológicas sobrepostas entre si, com intervalos de malha de 500  $\mu\text{m}$  e 44  $\mu\text{m}$ . Os materiais retidos na peneira de 44  $\mu\text{m}$  foram vertidos em uma placa de Petri para elutriação manual, de acordo com o protocolo indicado por Elmgren (1966). A triagem e contagem dos organismos foram feitas com auxílio de uma placa de Dolfus sob estereomicroscópio. A meiofauna foi identificada em níveis taxonômicos altos.

Para a classificação textural dos sedimentos as amostras foram submetidas à desidratação em estufa a 50°C e por pelo menos 24 h (SUGUIO, 2003). A classificação foi realizada da identificação da constituição dos 200 primeiros grãos de cada amostra (SHEPARD, 1954).

Para a granulometria, foram retirados 100 gramas, após a desidratação, de cada amostra para o processamento em peneiras geológicas, que têm espaçamentos de malhas específicos correspondentes à escala granulométrica de Krumbein (SUGUIO, 2003).

## **2.3 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS:**

Para comparar a comunidade em todos os andares da praia em relação aos períodos amostrados, os dados foram transformados ( $\log x+1$ ) e utilizado o índice de Bray Curtis para a análise de escalonamento multidimensional (MDS). Para análises no âmbito de cada andar da praia, os dados médios para cada grupo foram transformados e utilizado o índice de Bray Curtis para a análise de CLUSTER. Foi realizado o teste BIOENV para avaliar o índice de correlação da comunidade de cada andar da praia com a granulometria dos sedimentos. Todas as análises citadas foram realizadas no programa PRIMER 6.1.16 (CLARKE; WARWICK, 1994) utilizando-se  $p=0,05$ .

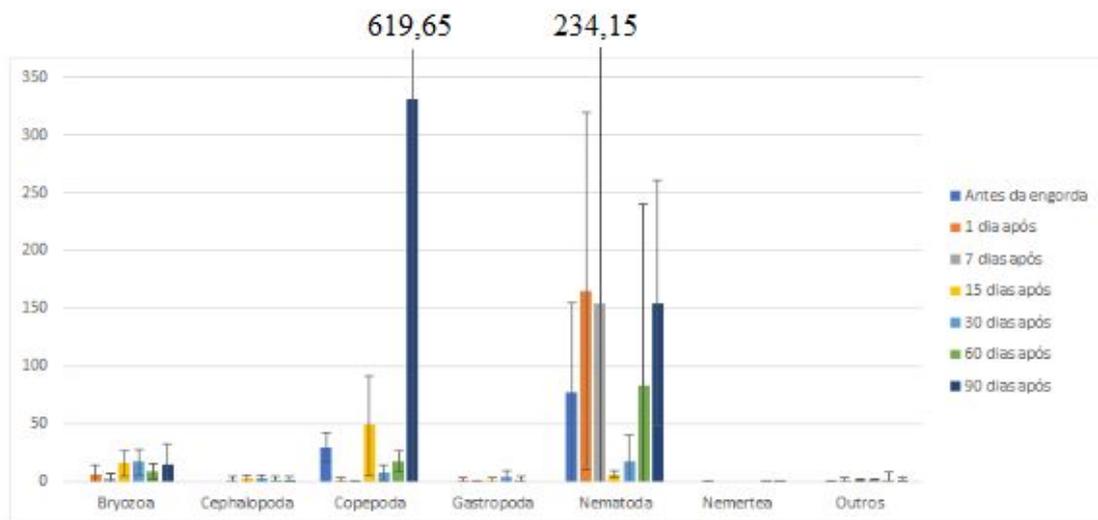
## **3 – RESULTADOS**

### **3.1 – Densidade populacional média da meiofauna:**

Na praia de Candeias, ao longo de todo o processo de engorda da faixa de areia, foram encontrados 16 táxons meiofaunísticos: Bryozoa, Cephalopoda, Copepoda, Gastropoda, Nematoda, Nemertea, Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola.

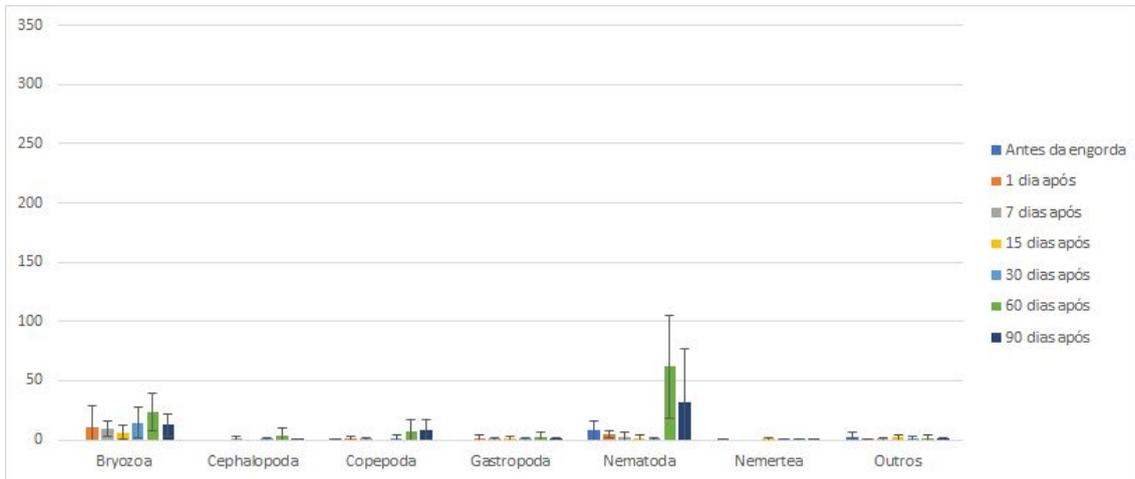
O infralitoral raso apresentou as maiores densidades de Copepoda e Nematoda dentre todos os andares da praia, chegando a uma média de 350 ind/10 cm<sup>2</sup> para os Copepoda no período de 90 dias. A distribuição dos Nematoda teve uma queda na amostragem de 15 dias após a engorda, voltando a valores próximos aos anteriores no marco de 90 dias, porém notavelmente maiores que os valores encontrados antes da intervenção (Figura 5).

Figura 5 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do infralitoral raso ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).



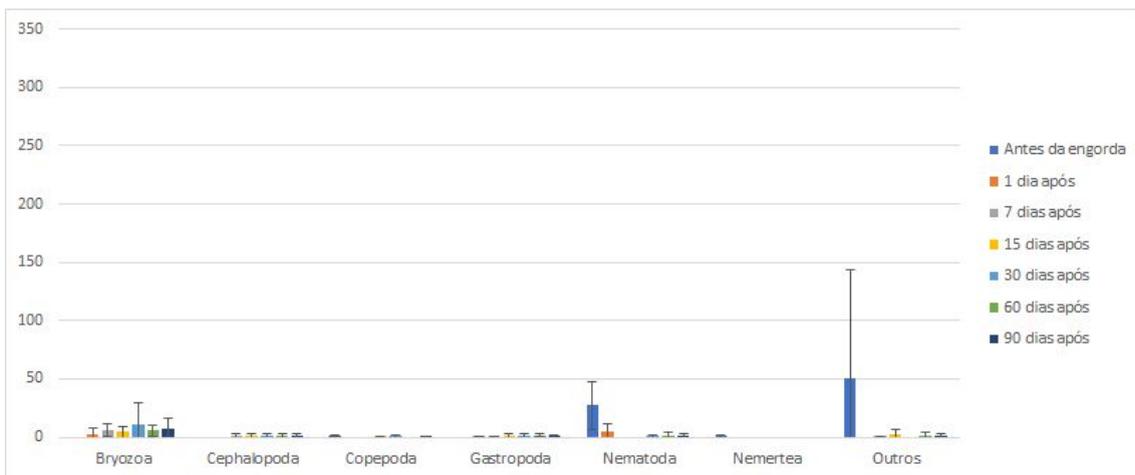
O médio litoral inferior, por sua vez, apresentou uma redução na população dos Nematoda e dos Copepoda em relação ao infralitoral, enquanto apresentou maiores taxas populacionais de Bryozoa (Figura 6).

Figura 6 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral inferior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).



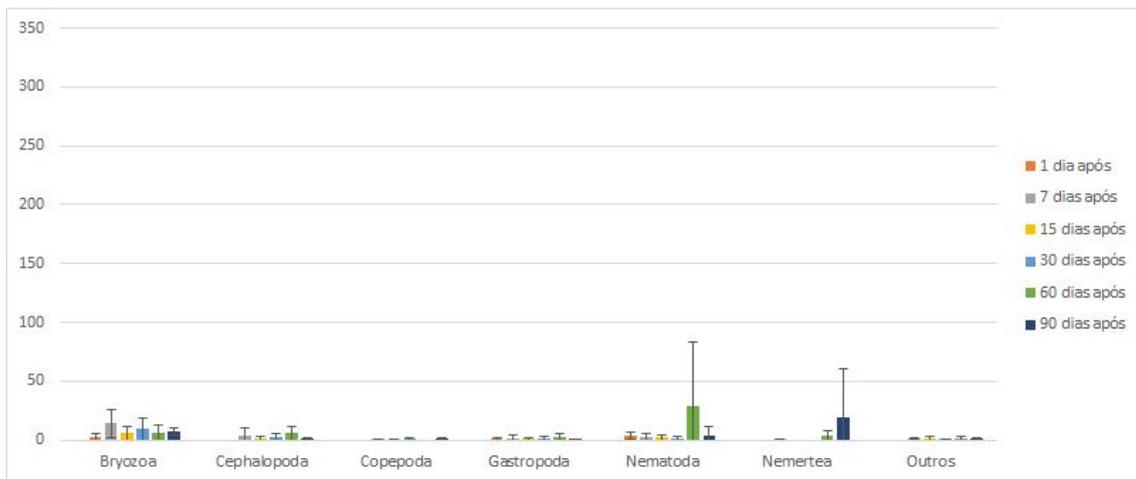
No médio litoral a população de Bryozoa manteve-se com uma densidade populacional compatível com o médio litoral inferior, tendo sido este o único grupo que foi encontrado em todas as amostragens. Percebeu-se a presença dos Polychaeta antes da engorda, grupo que não foi mais encontrado após o processo (Figura 7).

Figura 7 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral inferior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).



O médio litoral superior, que não existia antes do processo de engorda, após a intervenção mostrou a menor densidade populacional média dentre todos os andares da praia, tendo os Bryozoa mantido praticamente a mesma densidade populacional em todas as amostragens. Os Nematoda obtiveram uma maior densidade na amostragem de 60 dias após a engorda (Figura 8).

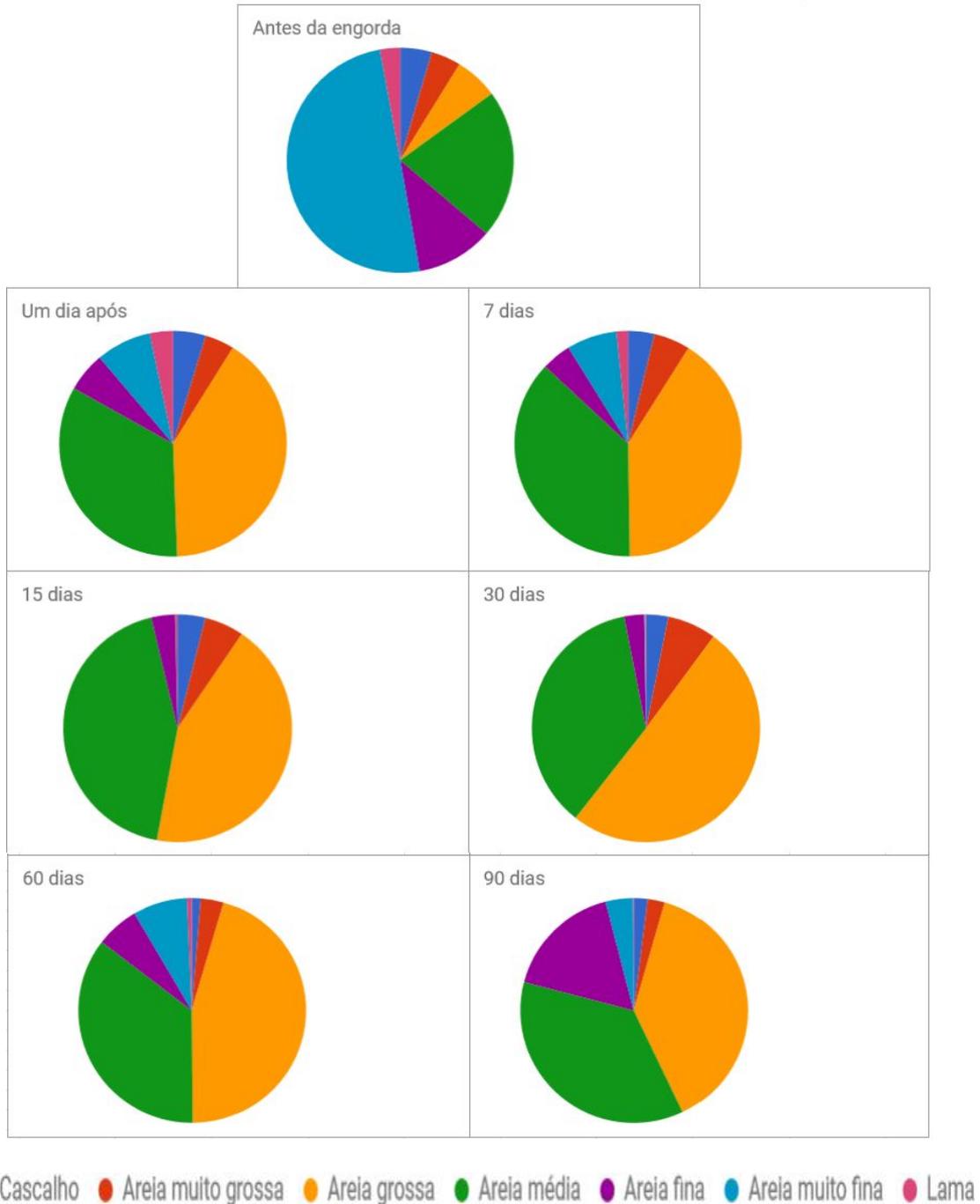
Figura 8 – Densidade média e desvio padrão da comunidade meiofaunística do médio litoral superior ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE). (“Outros” = Turbellaria, Rotifera, Oligochaeta, Polychaeta, Sipunculida, Tardigrada, Acari, Ostracoda e Collembola).



### 3.2 – Granulometria dos sedimentos:

A análise granulométrica da praia de Candeias mostrou um perfil muito diferente no período antecedente à engorda, com predominância de areias muito finas, quando comparado aos demais dias, quando predominaram areias médias e grossas. Noventa dias após a engorda verificou-se a maior proporção da fração areia fina durante todo o período estudado, com 16,9% (Figura 9).

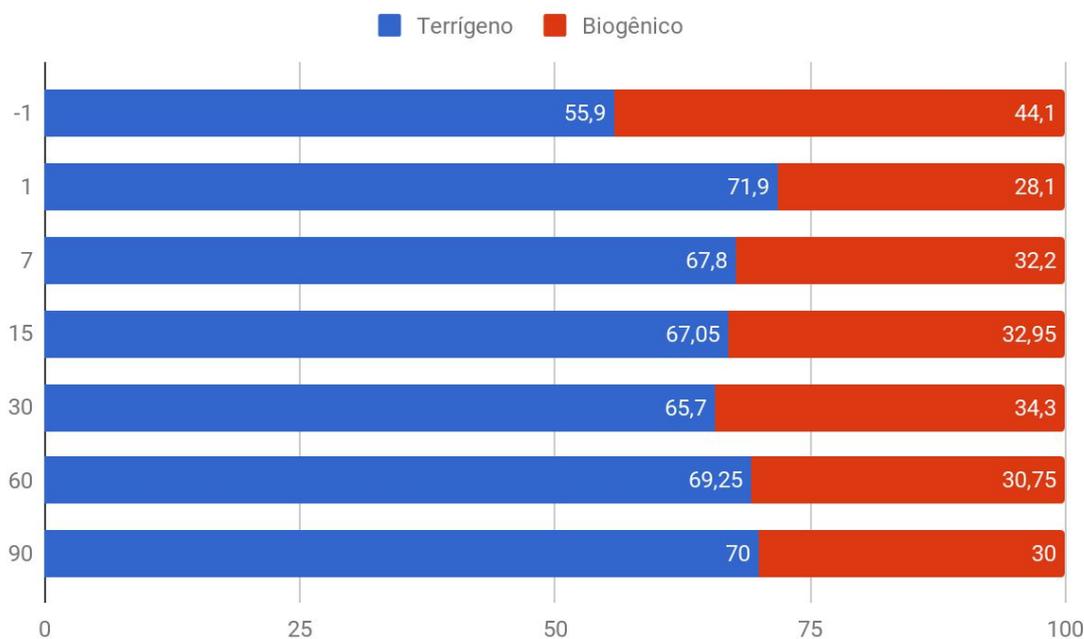
Figura 9 – Resultados das análises granulométricas ao longo do processo de engorda da faixa de areia da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes – PE).



### 3.3 – Caracterização textural:

A caracterização textural da praia de Candeias nos períodos analisados mostrou que antes da engorda (-1) havia um percentual maior de material terrígeno (quartzo, mica e feldspato), que mudou de cerca de 56% para cerca de 70% e assim se manteve até 90 dias após o processo (Figura 10). O material biogênico consistiu em fragmentos de carapaças de ouriços, conchas de moluscos e colônias de briozoários.

Figura 10 – Caracterização textural dos grãos sedimentares da praia de Candeias antes e durante o



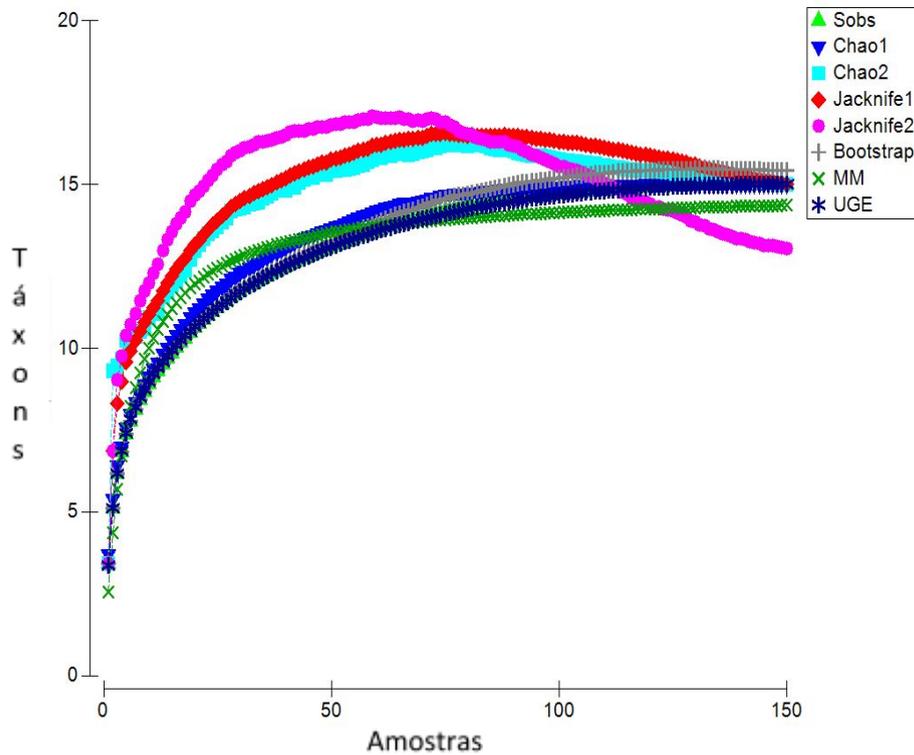
processo de engorda.

### 3.4 – Análises estatísticas

#### 3.4.1 - Índice de diversidade:

Testes realizados para o índice de diversidade (curva de rarefação de táxons) mostraram que o número de amostragens foi suficiente para o estudo das comunidades abordadas, através da curva descendente das linhas, demonstrando uma tendência à estabilização da densidade populacional da comunidade estudada. (Figura 11).

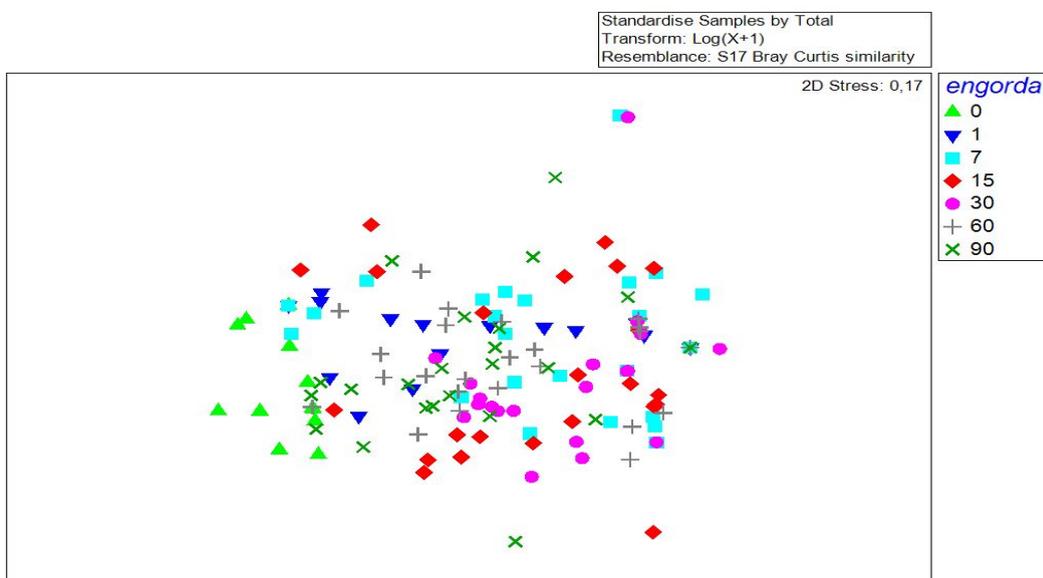
Figura 11 - Curva de rarefação de táxons do total de amostras analisadas para a praia de Candeias.



### 3.4.2 - Análise de escalonamento multidimensional, MDS:

Analisando as amostragens de todos os andares da praia em todos os períodos abordados, o MDS mostrou que as amostras de antes da engorda (triângulos verdes) mostraram uma tendência à separação do restante (Figura 12).

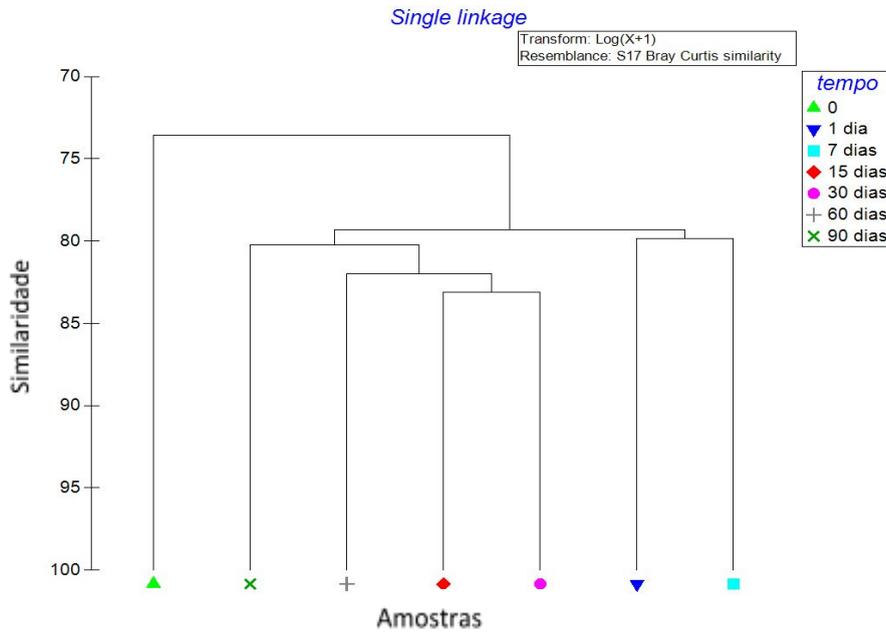
Figura 12 - Ordenação não-métrica multidimensional (MDS) para o total de amostragens relativos aos períodos estudados.



### 3.4.3 - Cluster:

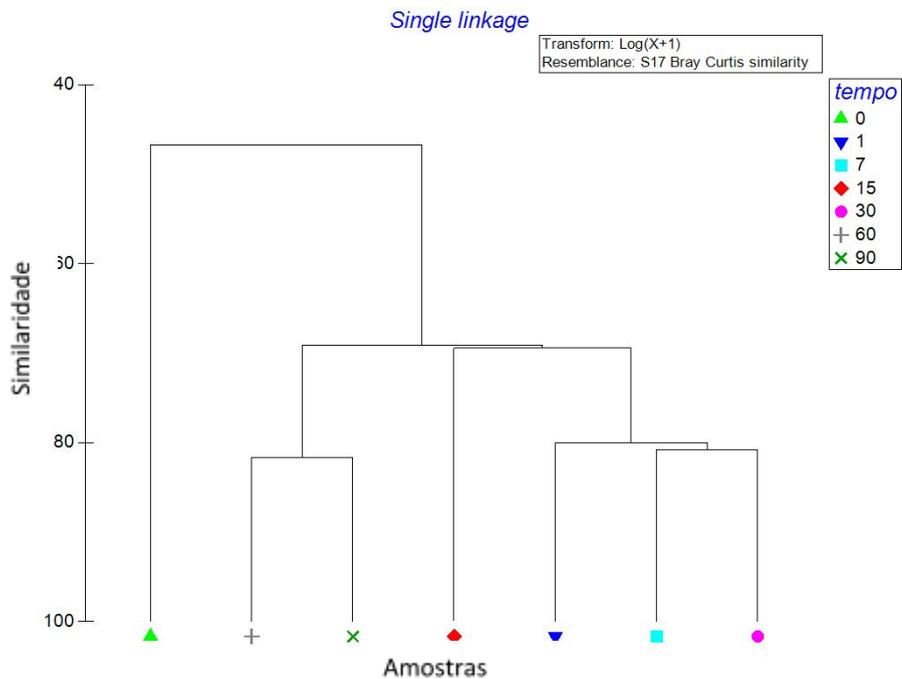
O cluster para o infralitoral revelou que as amostras do período de antes da engorda têm 74% de similaridade com as demais, ao mesmo tempo em que apresenta maior proximidade com as de 60 e 90 dias após a engorda (Figura 13).

Figura 13 -Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do infralitoral da praia de Candeias.



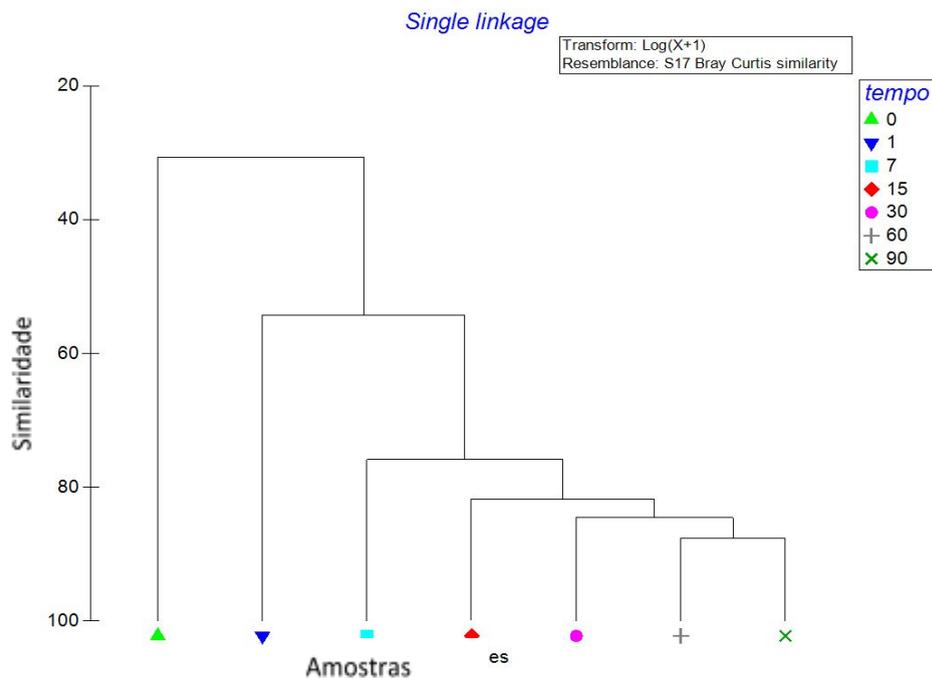
No médio litoral inferior as amostras de sessenta e noventa dias tiveram aproximadamente 82% de similaridade (Figura 14).

Figura 14 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral inferior da praia de Candeias.



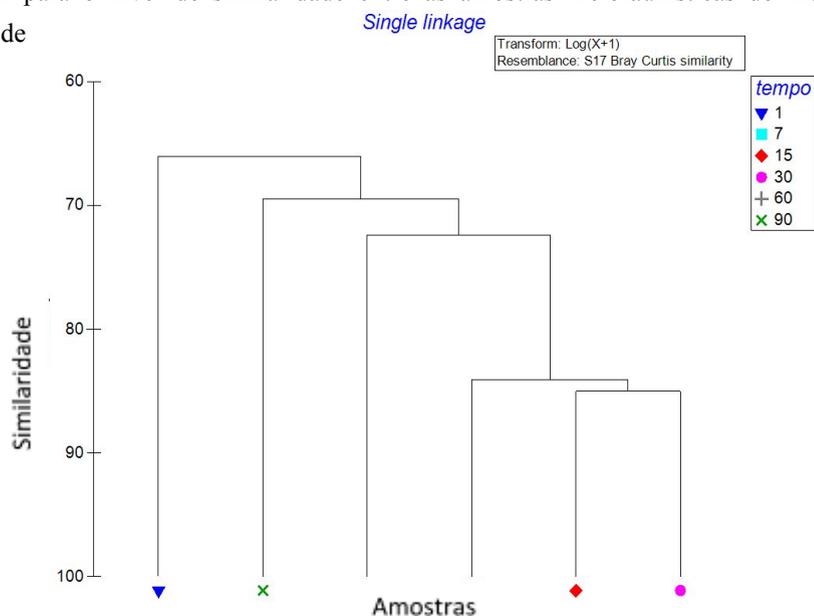
Para o médio litoral mostrou cerca de 85% de similaridade entre o sexagésimo e nonagésimo dia após a engorda (Figura 15).

Figura 15 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral da praia de Candeias.



O médio litoral superior, que não existia antes da engorda, mostrou que as amostras de um dia após o processo de engorda foram similares em cerca de 67% com as amostras encontradas 90 dias após (Figura 16).

Figura 16 - Cluster para o nível de similaridade entre as amostras meiofaunísticas do médio litoral superior da praia de Candeias.



### 3.4.4 – SIMPER:

Com porcentagens bem definidas, o SIMPER mostra os grupos mais importantes na estruturação da comunidade em cada amostra. Nematoda, Bryozoa, Copepoda e Gastropoda foram os táxons mais representativos para a estruturação das comunidades ao longo do período estudado. Nematoda e Bryozoa, por exemplo, estiveram presentes em vinte e quatro e vinte e uma amostras, respectivamente, sendo os principais grupos das amostragens nas quais aparecem como, por exemplo, o médio litoral inferior de antes da engorda, o qual foi estruturado por Nematoda (69%) e Polychaeta (25%) - Tabela I.

Tabela I: Resultado do teste SIMPER, indicando quais grupos faunísticos foram mais representativos na estruturação da comunidade encontrada em cada amostragem.

AMOSTRAGEM	INFRALITORAL	MÉDIO INFERIOR	MÉDIO LITORAL	MÉDIO SUPERIOR
<b>Antes</b>	Nematoda (55%), Copepoda (44%)	Nematoda (69%), Polychaeta (25%)	Nematoda (75%), Turbellaria (11%)	
<b>1 dia após</b>	Nematoda (85%), Copepoda (10%)	Nematoda (58%), Bryozoa (25%), Gastropoda (12%)	Nematoda (81%), Bryozoa (18%)	Nematoda (100%)
<b>7 dias após</b>	Nematoda (90%)	Bryozoa (56%), Nematoda (21%)	Bryozoa (87%)	Bryozoa (65%), Nematoda (13%)
<b>15 dias após</b>	Copepoda (36%), Bryozoa (28%), Nematoda (24%)	Bryozoa (26%), Nematoda (20%), Gastropoda (18%), Nemertea (16%), Acari (15%)	Bryozoa (43%), Acari (23%)	Bryozoa (32%), Nematoda (26%), Gastropoda (20%)
<b>30 dias após</b>	Bryozoa (41%), Copepoda (27%), Nematoda (18%)	Bryozoa (67%)	Bryozoa (66%), Gastropoda (26%)	Bryozoa (55%)
<b>60 dias após</b>	Nematoda (44%), Bryozoa (17%), Copepoda (17%)	Nematoda (47%), Bryozoa (31%)	Bryozoa (55%), Gastropoda (40%)	Bryozoa (29%), Nematoda (22%)
<b>90 dias após</b>	Nematoda (50%), Copepoda (44%)	Nematoda (47%), Bryozoa (25%), Copepoda (24%)	Bryozoa (50%), Nematoda (14%)	Bryozoa (54%), Nematoda (16%), Nemertea (12,5%)

### 3.4.5 – BIOENV:

O BIOENV indicou ser a fração granulométrica “lama” (silte + argila) a de maior correlação com a estrutura da comunidade meiofaunística em todos os andares da praia estudados, ainda que pouco significativa nos andares inferiores. No médio litoral e no médio litoral superior esta correlação foi considerada significativa (0,745 e 0,814, respectivamente).

## 4 – DISCUSSÃO

Foram identificados 16 táxons meiofaunísticos na praia de Candeias ao longo de todo o processo de engorda da faixa de areia. Maranhão (2000), estudando a comunidade meiofaunística da praia de Tamandaré, encontrou apenas 4 táxons, enquanto Venekey (2007) descreveu 10 táxons na mesma praia. Esta riqueza pode ter sido incrementada pelo processo de engorda, uma vez que antes foi encontrado um total de seis táxons, e ao longo do período analisado foram encontrados mais dez outros táxons. Imediatamente um dia após a deposição de sedimentos na praia foram encontrados Cephalopoda, Gastropoda, Bryozoa e Acari, enquanto não foram encontrados Oligochaeta e Turbellaria.

Nematoda e Copepoda são organismos que passam todo o seu ciclo biológico na meiofauna, enquanto Gastropoda, Nemertea e Polychaeta passam apenas uma parte da sua vida habitando os sedimentos. Essa diferença de formas de vida é determinada também pela composição do sedimento e a profundidade onde ele se encontra (GIERE, 2009). Isso pode explicar, segundo os resultados obtidos, a estrutura da comunidade meiofaunística que foi encontrada após a deposição dos sedimentos vindos da plataforma continental adjacente à praia de Xaréu, a 13 metros de profundidade, ser diferente daquela originalmente existente na praia de Candeias. Segundo Giere (2009) os três grupos dominantes na meiofauna são Nematoda, Copepoda e Polychaeta, porém neste estudo os grupos com as maiores representatividades foram Nematoda, Copepoda e Bryozoa.

Os Copepoda, apesar da sensibilidade às mudanças do meio, são os de recuperação mais rápida (ATILLA, 2003; DE TROCH, 2005), como visto em noventa dias após o processo de engorda, onde tiveram uma explosão populacional chegando a 1.500 indivíduos/10cm<sup>2</sup> encontrados na amostra, bem como os Nematoda que, a exemplo do infralitoral, tiveram uma rápida recuperação nas duas primeiras amostragens após a engorda analisadas; ambos mostrando uma alta sensibilidade aos estresses causados pelo processo de engorda a longo prazo. Bryozoa é mais comum em áreas não dragadas, ou seja, de plataforma continental, podendo chegar a ter uma densidade populacional cerca de seis vezes maior do que em áreas dragadas (CROWE

*et al.* 2016), o que pode explicar o aparecimento repentino deste grupo logo após a engorda.

O hidrodinamismo local interfere na distribuição da meiofauna pelos perfis da praia, seja carregando os organismos na água, determinando sua deposição na areia, ou influenciando na retirada ou deposição de sedimentos (FLEGER; DECHO, 1987). O processo erosivo pode explicar a baixa densidade populacional no período que antecedeu a engorda. O tamanho dos sedimentos é um fator muito importante para as condições estruturais e espaciais, como também, indiretamente, determina as porções físicas e químicas dos grãos (GIERE, 2009). O tamanho das partículas dos sedimentos está também diretamente ligado com o tamanho do corpo dos animais da meiofauna (WILLIAMS, 1972). A diferença do tamanho dos sedimentos interfere diretamente na vida de dois grandes grupos, que são os Copepoda e os Nematoda. Para os Nematoda, o sedimento mais fino é o ideal, enquanto que os sedimentos mais grosseiros são preferidos pelos Copepoda (COULL, 1985). Tais grandes grupos foram achados na praia de Candeias, principalmente no infralitoral, os quais demonstraram grande densidade populacional (chegando a 1.500 Copepoda encontrados na amostragem de 90 dias após a engorda). Por sua vez, os gráficos dos resultados para a granulometria apontaram justamente as maiores porções no período pós-engorda como sendo areia grossa e areia média, justificando tais resultados para a meiofauna. Segundo Short (1999), um grande aporte de sedimentos de tamanhos diferentes, como a deposição em uma engorda de praia, pode causar mudanças que demorem muito para voltar ao estado original da praia, ou até mesmo mudanças irreversíveis.

Giere (2009), na sua revisão bibliográfica comparativa entre a comunidade meiofaunística de areias calcáreas e silicosas citou diferenças profundas quanto à similaridade e dominância, enquanto a diversidade foi comparável, apesar da granulometria ser semelhante. Segundo o autor, estas diferenças estruturais tornam-se mais evidentes quanto maior foi a resolução taxonômica. Em areias calcárias biogênicas ocorrem diversos grupos meiofaunísticos, tais como Nematoda, Sipunculida, Nemertea e Copepoda. Embora com poucos indivíduos cada, encontra-se uma biodiversidade excepcionalmente alta (RENAUD-MORNANT; SERENE, 1967; COULL 1970; GÚZMAN, 1987). Em sedimentos calcários um pouco mais grosseiros o grupo dominante é frequentemente o dos copépodes harpacticóides (GIERE, 2009). Os nematódeos são relativamente grandes, consumidores de epístratos ou predadores. Muitos outros táxons, muitas vezes raras (ostrácodes intersticiais, poliquetas, moluscos, priapúlidos e tardígrados) também podem ocorrer. Em geral, em locais expostos com sedimentos grosseiros, as densidades da meiofauna são relativamente baixas (GÚZMAN, 1987). Em contraste, as areias finas e lamas comportam uma meiofauna com dominância de nematódeos pequenos consumidores de depósitos, e turbelários (COULL 1970; VANHOVE, 1993).

O resultado obtido com o MDS aponta uma tendência à separação das amostras do período de antes da engorda para as demais amostras, indicando assim que o perfil da praia após a engorda ficou diferente. Já o Cluster revela que o nível de similaridade das amostras de sessenta e noventa dias é muito alto, variando de 74% a 85%, indicando assim uma tendência à estabilização na estrutura da comunidade meiofaunística da praia. O Simper ajuda a explicar a sucessão ecológica da praia, onde originalmente a população do infralitoral era estruturada por Nematoda e Copepoda, que foi passando por diferentes abundâncias relativas e se mantiveram no mesmo nível, em noventa dias, quando comparadas com o período antes da intervenção. Em praias de clima tropical, as densidades populacionais tendem a ter uma certa flutuação, que, muitas vezes, mostram um padrão sazonal (Bermuda: COULL, 1970; Galápagos: WESTHEIDE, 1981; Filipinas: FAUBEL, 1984; Mar vermelho: ARLT 1997).

Na praia de Candeias, a comunidade do médio litoral inferior começou a ficar mais semelhante a partir da amostragem de sessenta dias. Já a comunidade do médio litoral começou a se estabelecer já nos trinta dias depois da engorda. Segundo Suresh (1992), ciclones, tufões ou simplesmente um rio por perto podem interferir de forma repentina e, às vezes, severa na comunidade meiofaunística, especialmente as de médio litoral, como é o caso de Candeias, que sofreu engorda com sedimentos advindos de uma jazida próxima ao rio Ipojuca (ainda que timidamente o percentual de sedimentos terrígenos aumentou após a engorda, evidenciando a sua origem). Em contrapartida, a meiofauna parece se mostrar adaptada a essas situações, visto que normalmente se recuperam rapidamente, podendo ter riqueza de espécies diferentes (ALONGI, 1990; ANSARI, 1993).

Segundo a curva de rarefação de táxons, o número de amostras foi suficiente para determinar os resultados obtidos, e com elas podemos concluir que a meiofauna pode ser usada como bioindicador para acompanhamento de intervenções antrópicas que envolvam os sedimentos marinhos. Neste caso, a comunidade reagiu positivamente no pós-estresse.

## **5 - CONCLUSÃO**

Após o estresse causado pela engorda da faixa de areia, a comunidade meiofaunística passou por várias mudanças na sua estrutura, tanto na riqueza de espécies quanto na sua abundância. Testes estatísticos evidenciaram detalhes da sucessão ecológica da comunidade meiofaunística da praia de Candeias desde a intervenção até a estabilização (ou tendência à estabilização) com estrutura diferenciada em relação à original. Dessa forma, confirmaram-se as hipóteses iniciais de que a comunidade meiofaunística foi alterada e que o acompanhamento desta comunidade é importante em projetos de biomonitoramento para este tipo de obras de engenharia costeira.

## 6– REFERÊNCIAS

- AIROLDI L. The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.** 41: 161-236, 2003.
- ALONGI, D. M. Microbes, meiofauna, and bacterial productivity on tubes constructed by the polychaete *Capitella capitata*. **Marine Ecology – Progress series**, 23: 207-208, 1985.
- ALONGI D. M. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.** 28: 381–496, 1990.
- ANSARI Z. A., SREEPADA R. A., MATONDKAR S. G. P., PARULEKAR A. H. Meiofaunal stratification in relation to microbial food in a tropical mangrove mud flat. **Trop. Ecol.**34: 204–216, 1993.
- ARLT, G. Composition and seasonal variations in the tropical shallow subtidal meiofauna of a coral reef lagoon near Massawa (Red Sea, Eritrea). **Oceanographic Literature Review**, v. 2, n. 44, p. 121, 1997.
- ARMONIES, W.; REISE, K. Faunal diversity across a sandy shore. **Marine Ecology Progress Series**, v. 196, p. 49-57, 2000.
- ASSUNÇÃO, P. R. S. Mapa geológico do município de Jaboatão dos Guararapes. Escala 1:50.000. In: ASSUNÇÃO, Paulo Roberto de S. et al. **Atlas do meio físico do município de Jaboatão dos Guararapes**. Recife: CPRM, 1997. 26p.
- ATILLA, N. et al. Abundance and colonization potential of artificial hard substrate-associated meiofauna. **V. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 287, p. 273–287, 2003.
- AUSTEN M. C., Warwick R. M., Rosado M. C. Meiobenthic and macrobenthic community structure along a putative pollution gradient in southern Portugal. **Mar. Poll. Bull.** 20: 398–404, 1989.
- BIRD, E. C. F.; SCHWARTZ, M. C. **The world's coastline**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. 1071 p.
- CAVALCANTI, L. B.; KEMPF, M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). L1. Meteorologia e Hidrologia. **Trabs. Oceanogr. Univ. Fed. PE.**, Recife, v. 9/11, p. 149 – 158, 1967/1969.
- CISNEROS, K. O., SMIT, K. J., LAUDIEN, J., SHOEMAN, D. S. Complex, dynamic combination of physical, chemical and nutritional variables controls spatio-temporal variations of sandy beach community structure. **PloS One** 6, e23724, 2011.

- CLARKE, R.; WARWICK R. M. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth. NERC, 1994, 187p.
- COÊLHO-SANTOS, M. A. **Crustáceos Decápodos do litoral de Jaboatão dos Guararapes (Pernambuco – Brasil)**. Dissertação (mestrado) – Univ. Fed. de Pernambuco, Recife, 1993. 153p.
- COÊLHO-SANTOS, M.A; P.A. COÊLHO. Porcellanidae (Crustacea, Decapoda Anomura) do litoral de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. *Trabs. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco*, 23: 177-91, 1994/95.
- COLOSIO, F., ABBIATI, M., AIROLDI, L. Effects of beach nourishment on sediments and benthic assemblages. **Marine Pollution Bulletin** 54 (8), 1197 – 1206, 2007.
- CONDEPE/FIDEM. Mapping of Surface Hydric Resources of Metropolitan Region of Recife. Recife, PE, Brazil. 1978.
- CONNELL S. D. Assembly and maintenance of subtidal habitat heterogeneity: synergistic effects of light penetration and sedimentation. **Marine Ecology Progress Series**. 289, 53-61. 2005.
- COULL, B. C. Shallow water meiobenthos of the Bermuda platform. **Oecologia**. (4) 325-357. 1970.
- COULL B. C. Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. **Mar Ecol Prog Ser** 24: 205–218, 1985.
- COULL B. C., CHANDLER G. T. Pollution and meiofauna: field, laboratory, and mesocosm studies. **Oceanogr Mar Biol Annu Rev** 30: 191–271, 1992.
- COUTINHO, P. N.; LIMA, A. T. O; QUEIROZ, C. M.; FREIRE, G. S. S.; ALMEIDA, L. E. S. B.; MAIA, L. P.; MANSO, V. A. V.; BORBA, A. L. S.; MARTINS, M. H. A.; DUARTE, R. X. Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas. Município de Jaboatão dos Guararapes-PE. Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha-LGGM/UFPE. Relatório Técnico. 1997, 154 p.
- CROWE, S. E.; BERGQUIST, D. C.; SANGER, D. M.; VAN DOLAH, R. F. Physical and Biological Alterations Following Dredging in Two Beach Nourishment Borrow Areas in South Carolina’s Coastal Zone. **Journal of Coastal Research**, v. 32, n. 4, p. 875-889, 2016.

- DA ROCHA, C. M. C.; VENEKEY, V.; BEZERRA, T. N. C. Phytal marine nematode assemblages and their relation with the macrophytes structural complexity in a Brazilian rocky beach. **Hydrobiologia**, v. 553, p. 219-230, 2006.
- DE TROCH, M. et al. A field colonization experiment with meiofauna and seagrass mimics: effect of time, distance and leaf surface area. **Mar. Biol.**, v. 148, p. 73–86, 2005.
- DUGAN J. E.; HUBBARD D. M.; PAGE H. M.; SCHIMEL J. P. Marine macrophyte wrack inputs and dissolved nutrients in beach sands. **Estuary Coast.** 1-12. 2011.
- ELLIS J. I.; NORKKO A.; THRUSH S. F. Broad-scale disturbance of intertidal and shallow sublittoral and soft-sediment habitats: effects on the benthic macrofauna. **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery.** 7, 57-74. 2000.
- ELMGREN, R. Baltic benthos communities and the role of meiofauna. **Contr. Asko Lab. Univ. of Stockolm**, 14: 1-31, 1966.
- FAUBEL A. On the abundance and activity pattern of zoobenthos inhabiting a tropical reef area, Cebu, Philippines. **Coral Reefs** 3: 205–213, 1984.
- FONSECA-GENEVOIS, V. et al. Colonization and early succession on artificial hard substrata by meiofauna. **Mar. Biol.**, v. 148, p.1039 –1050, 2006.
- FINEP/UFPE. **Monitoramento Ambiental Integrado – MAI-PE.** Recife, Relatório Técnico Preliminar – Vols. 1 e 2. Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Recife, 2008, 383 pp.
- FINKL C. W.; WALKER H. J. Beach nourishment. **In:** J. Chen, K. Hotta, D. Eisma, and H. J. Walker, (eds.), **Engineered Coasts Dordrecht, The Netherlands: Kluwer**, pp. 1-22, 2002.
- FLEGER, J. W.; DECHO, A W. Spatial variability of interstitial meiofauna: A review. **Stygologia**, v. 3, p. 35-54, 1987.
- FOSBERG, F.R. Sucesion and condiction of ecossystems. **The Journal of the Indian Botanical Society**, v.XLVI n. 4, p. 312-316, 1967.
- GEE, J. M. An ecological economic review of meiofauna as food for fish. **Zool. J. Linn. Soc.**, 96:243-261, 1989.
- GIERE, O. **Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments.** Springer-Verlag, Berlin. 1993, 328 pp.

GIERE, O. **Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna in Aquatic Sediments**. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 2009, 538 p.

GREGÓRIO, M. D. N. **Sedimentologia e morfologia das praias do Pina e da Boa Viagem, Recife (PE) – Brasil**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 92 p. Recife, 2004.

GUILHERME, B. C.; SILVA, G. B. ; EL-DEIR, A. C. A. ; SANTOS, P. J. P. Meiofauna associada ao tubo de *Diopatra cuprea* Bosc, 1802 (Polychaeta:Onuphidae). *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 05, p. 37-52, 2011.

GUZMÁN H. M., OBANDO V. L., CORTÉS J. Meiofauna associated with a Pacific coral reef in Costa Rica. **Coral Reefs** 6: 107–112, 1987.

HAMM L.; CAPOBIANCO M.; DETTE H. H.; LECHUGA A.; SPANHOFF R.; STIVE M. J. F. A Summary of European experience with shore nourishment. **Coastal Engineering** 47, 237-264. 2002.

HEIP, C. et al. The ecology of marine nematodes. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, 23, p. 399-489, 1985.

HIGGINS, R. P.; THIEL, H. Introduction to the study of meiofauna. **Smithsonian Institution Press. London**, 488p. 1988.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas/ uma revisão bibliográfica**. Editora da Univali. Itajaí, 1998. 92 p.

HULINGS, N. C.; GRAY J. S. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and atidal beaches. **Marine Biology**, Springer-Verlag, 34, 77-83, 1976.

LABOREL, J. L. **Les peuplements de madreporaires des côtes tropical du Brésil**. Thèse Ao 1856. Fac. Sci. Marseille. 1967,313 p.

LIMA, D. C. C. **Aplicação de imagem do satélite LANDSAT TM5 e de fotografias aéreas verticais para o mapeamento dos recifes costeiros e análise dos processos físicos litorâneos relacionados (Tamandaré – PE – Brasil)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 119 p, Recife, 2003.

LIRA, A. R. A. **Caracterização morfológica e vulnerabilidade do litoral entre as praias da Enseadinha e Maria Farinha, Paulista-PE**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 96 p. Recife, 1997.

MADRUGA FILHO, J. D.; ARAÚJO, T. C. M.. Vulnerabilidade da Zona Costeira da Praia do Paiva, Município do Cabo de Santo Agostinho - PE. **Trabalhos**

**Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife - PE, v. 28, n.1, p. 1-10, 2000.

MALLMANN, D.L.B.; ARAÚJO, T.C.M. Vulnerabilidade física do litoral sul de Pernambuco à erosão. **Tropical Oceanography**, 38: 129-151, 2010.

MANSO, V. A. V; TOLDO JR., E.; MEDEIROS, C.; ALMEIDA, L. E. S. B. Perfil praias de equilíbrio da praia de Serinhaém, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 45- 49, 2001.

MARANHÃO, G. M. B.; FONSECA-GENEVOIS, V.; PASSAVANTE, J. Z. O. Meiofauna da Área Recifal da Baía de Tamandaré (Pernambuco, Brasil). **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 28, n. 1, p. 47-59, 2000.

MARE, M. F. A study of marine benthic community with special reference to the micro-organisms. **J. Mar. Biol. Ass. UK**, 25:517-554, 1942.

MARGALEF, R. Sucesión y evolución: su proyección biogeográfica. **Paleontología y Evolución**, v. 20, p. 7-26, 1986.

MCLACHLAN, A; TURNER, I. The interstitial environment of sandy beaches. **P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.**,15(3/4):177-211, 1994.

MONTAGNA, P. A. Rates of meiofaunal microbivory: a review. **Vie et Milieu**, 45: 1-10, 1995.

MONT'ALVERNE, A.; COUTINHO, P. N. Províncias sedimentares na plataforma continental de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. Anais...Salvador: UFBA, 1982. p. 1524-1430.

OKUDA, T.; NÓBREGA, R. Estudo da Barra das Jangadas. Parte I. Distribuição e movimento de clorinidade - Quantidade de corrente. **Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr. Univ. Recife.**, Recife, v. 2, n. 1, p. 175 - 191, 1960.

PETERSON, C. H., HICKERSON, D. H. M., JOHNSON, G. G. Short-term consequences of nourishment and bulldozing on the dominant large invertebrates of a sandy beach. **Journal of Coastal Research**, 368-378, 2000.

PREFEITURA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES – Pernambuco:  
<http://www.jaboatao.pe.gov.br/jaboatao/prefeitura/prefeitura/2013/02/04/NWS.415218.51.546.JABOATAO.2132-COMECAM-OBRAS-CONTENCAO-AVANCO-MAR-JABOATAO.aspx> (acessado em 03/04/2013).

- RENAUD-MORNANT J; SERENE P. Note sur la Microfaune de la cote orientale de la Malaisie. (Gastrotriches, Annelides, Tardigrades et Copepodes Harpacticides). **Cah. Pacific**. 11: 51-73. 1967.
- SHEPARD, P. Nomenclature Based on Sand-Silt-Clay Ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, 24: 151-158, 1954.
- SILVA, G. S. da. **Prospecção do meiobentos mediolitorâneo da baía de Tamandaré, litoral sul de Pernambuco com especial ênfase aos Acari**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Centro de Tecnologia e Geociências – Departamento de Oceanografia – UFPE. Recife, 1997
- SHORT, A.D., **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. John Wiley & Sons. 1999.
- SMITH S. D. A.; RULE M. J. The effects of dredge-spoil dumping on a shallow water soft-sediments community in the Solitary Islands. Marine Park NSW, Australia. **Marine Pollution Bulletin** 42, 1040-1048. 2001.
- STEAD, T. K.; SCHIMID-ARAYA, J. M.; HILDREW, A. G. The contribution of surface to benthic density and biomass in a gravel stream. **Arch. Hydrobiol.** 160: 171-191, 2004.
- SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Edgard Blücher Ltda./ EDUSP, São Paulo, SP, 1973,317pp.
- SURESH K., AHAMED M. S., DURAIRAJ G., NAIR K. V. K. Ecology of interstitial meiofauna at Kalpakkam coast, east coast of India. **Ind J Mar Sci** 21: 217–219, 1992.
- TENORE, K. R.; TIEJEN, J. H.; LEE, J. J. Effect of meiofauna in incorporation of aged eelgrass, *Zoostera marina*, detritus by the polychaete *Nephtys incisa*. **Journal of Fish Research. Bd Canada**, 34: p.563 – 567, 1977.
- THRUSH, S. F., HEWITT J. E., NORKKO A., NICHOLLS P. E., FUNNELL G. A., ELLIS J. I. Habitat change in estuaries: predicting broad-scale responses of ntertidal macrofauna to sediment mud content. **Mar Ecol Prog Ser** 263:113–125, 2003.
- VANHOVE S. Size spectra of nematode assemblage in an east African Mangrove. **Acad. Analecta**, 55: 129-142, 1993.
- VEENEKEY, V. **Atualização do conhecimento taxonômico dos Nematoda na costa brasileira e sua ecologia na praia de Tamandaré-PE (Brasil)**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Pernambuco, 165p. Recife, 2007.

- VERNEKEY, V.; FONSECA-GENEVOIS, V. G., DA ROCHA, C. M. C., SANTOS, P. J. P. Distribuição espaço-temporal da meiofauna em *Sargassum polyceratum* Montagne (FUCALES, SARGASSACEAE) de um costão rochoso do nordeste do Brasil. **Revista Atlântica**, Rio Grande, 30 (1) 53-67, 2008.
- WARWICK, R. M. Species size distribution in marine benthic communities. **Oecology**, Berlin 61, p.32 – 41, 1984.
- WESTHEIDE W. Interstitielle Fauna von Galapagos. XXVI. Questidae, Cirratulidae, Acrocirridae, Ctenodrilidae (Polychaeta). **Mikrofauna Meeresboden** 82: 59–79, 1981.
- WIESER, W. Free-living marine nematodes. IV. General part. Reports of Lund University Chile Expedition, 1948-9. **Acta Univ. Lund.**, N. F., Avd. 2, Bd. 55, pp. 1-111. 1959.
- WILLIAMS R. The abundance and biomass of the interstitial fauna of a graded series of shell gravels in relation to available space. **J Anim Ecol** 41: 623–646, 1972.