

LARISSA NEVES SIMÕES DE SOUZA LIMA

**INFLUÊNCIA DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) EM
GAIOLAS FLUTUANTES SOBRE A COMUNIDADE MACROZOOBENTÔNICA,
COM ÊNFASE NOS POLYCHAETA**

RECIFE

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**INFLUÊNCIA DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) EM
GAIOLAS FLUTUANTES SOBRE A COMUNIDADE BENTÔNICA, COM ÊNFASE
NOS POLYCHAETA**

Larissa Neves Simões de Souza Lima

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli
Orientador

Profa. Dra. Taciana Kramer de Oliveira Pinto
Co-orientadora

Recife, PE
Julho de 2013

Ficha catalográfica

L334i Lima, Larissa Neves Simões de Souza
 Influência da criação de beijupirá (*Rachycentron*
canadum) em gaiolas flutuantes sobre a comunidade
 bentônica, com ênfase nos Polychaeta / Larissa Neves
 Simões de Souza Lima. – Recife, 2013.
 64 f. : il.

 Orientador: Ronaldo Olivera Cavalli.
 . Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
 Aquicultura) – Universidade Federal Rural de
 Pernambuco,
 Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2013.
 Referências.

 1. Comunidade macrozoobentônica 2. Impacto
 ambiental
 3. Beijupirá - Criação 4. Enriquecimento orgânico
 5. Polychaeta 6. Pernambuco 7. Peixe marinho -
 Criação
 I. Olivera Cavalli, Ronaldo, orientador II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**INFLUÊNCIA DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) EM
GAIOLAS FLUTUANTES SOBRE A COMUNIDADE BENTÔNICA, COM ÊNFASE
NOS POLYCHAETA**

Larissa Neves Simões de Souza Lima

Dissertação julgada adequada para obtenção do
título de Mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
29/07/2013 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli

(Orientador)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho

Departamento de Oceanografia – DOcean
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. William Severi

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dedicatória

*Ao meu esposo Bruno Lima, aos meus pais
Roberto e Mônica Simões e ao meu irmão
Felipe.*

Amor incondicional.

Agradecimentos

A Deus, por me dar forças e abençoar minha vida. “Tudo posso naquele que me fortalece” – Filipenses 4:13

Ao meu esposo Bruno Lima pelo amor e apoio em mais esta etapa da minha vida.

À minha família por ser meu alicerce em todos os momentos difíceis e importantes.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação do Departamento de Pesca e Aquicultura.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa.

Ao professor Dr. Ronaldo O. Cavalli pelas oportunidades, paciência, confiança e pela orientação na execução deste trabalho.

À professora Dra. Taciana Kramer pelo apoio, paciência, amizade e por aceitar ser minha coorientadora.

A todos do Laboratório de Piscicultura Marinha – LPM: Adriana Gouveia, Ana Paula Brito, Bárbara Soares, Carolina Costa, Carolina Torres, Cecília Craveiro, Clebson Marçal, Daniel Galvão, João Farias, Leilane Santos, Reginaldo Florêncio, Ricardo Oliveira, Roberta Cecília, Santiago Hamilton, Thales Ramon, Tomás Azevedo, Victor Andrade e Willy Pessoa.

A todos do Laboratório de Impacto sobre Comunidades Bênticas da UFAL/Penedo em especial Washington, Wendell e Ninho.

À toda equipe do Projeto *Cação de Escama: cultivo de beijupirá pelos pescadores artesanais do litoral de Pernambuco*.

Ao professor Eudes Correia e à doutoranda Fabiana Penalva do Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAQ) por me disponibilizarem um espaço para a execução deste trabalho.

A Danielle Lopes e ao professor doutor José Roberto Botelho do Laboratório de Comunidades Marinhas da UFPE pelo auxílio na identificação dos poliquetas.

A Ernesto Domingues e ao professor doutor Carlos Augusto França Schettini do Laboratório de Hidrodinâmica Costeira da UFPE pela interpretação dos dados de direção e velocidade das correntes marítimas.

Aos funcionários do DEPAq: Telma, Selma, Eliane, Socorro, Vanele, Jorge, Tânia, Lindinalva e Lia.

A todos os amigos, colegas, professores, que mesmo eu não citando aqui, contribuíram com algo de positivo e pelo qual sou muito grata.

Muito obrigada a todos

Resumo

O estudo avaliou os efeitos da criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes instaladas em mar aberto no litoral de Pernambuco sobre a estrutura da comunidade macrozoobentônica, com enfoque em Polychaeta, sendo a primeira avaliação desse tipo realizada no Brasil. A criação de beijupirá foi realizada entre dezembro de 2010 e setembro de 2011. As três coletas foram realizadas nos dias 09 de fevereiro, 09 de agosto e 07 de dezembro de 2011, sendo denominadas inicial, intermediária e final, respectivamente. Foram estabelecidas oito estações de coleta: sete dispostas transversalmente à linha de costa e uma à Sudeste das gaiolas. Temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e concentração de clorofila-*a* na coluna da água próxima ao fundo foram medidos. No sedimento foram determinados granulometria, percentuais de carbonato de cálcio e de carbono, e estrutura da comunidade macrozoobentônica, com ênfase nas famílias de Polychaeta. A direção e a intensidade das correntes foram medidas de 02 de junho a 19 de outubro de 2011. O sedimento foi classificado como cascalho-arenoso, e o teor de carbonato de cálcio atingiu o valor máximo de 71,4%, relacionado à presença de material de origem biodetrítica. As correntes na área da fazenda marinha foram mais intensas em junho e julho, sendo consideradas relativamente altas em comparação às encontradas em outros estudos. As direções predominantes das correntes foram Norte e Nordeste. Os gradientes de variação espacial das variáveis ambientais entre as estações de coleta foram, de forma geral, pouco acentuados. Em relação aos diferentes momentos de coleta, todas as variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas, com exceção do teor de carbono no sedimento. As principais diferenças foram registradas entre a coleta inicial e a coleta intermediária e/ou coleta final. Da mesma forma ocorreu com as famílias de Polychaeta. Foram registradas 31 famílias de Polychaeta. As mais abundantes foram Syllidae, Dorvilleidae, Phylodocidae, Paraonidae, Goniadidae, Hesionidae, Pisionidae, Eunicidae e Nereididae. A variabilidade entre estações de amostragem não foi significativa sendo então consideradas repetições temporais da área da fazenda marinha. Diversidade e equitatividade para as famílias decresceram ao longo do tempo, sendo menores nas coletas intermediária e final em relação à inicial. Já a densidade das famílias foi maior nas coletas intermediária e menor na inicial. Os resultados indicaram que a alteração na estrutura da macrofauna bentônica ocorreu apenas de forma temporal, não espacial, e que a provável causa foi o enriquecimento orgânico do sedimento devido aos resíduos de ração e fezes provenientes das gaiolas de criação de beijupirá.

Palavras-chave: comunidade macrozoobentônica, criação de beijupirá, enriquecimento orgânico, Polychaeta, impacto, Pernambuco, piscicultura marinha.

Abstract

This study evaluated the effects of cobia aquaculture (*Rachycentron canadum*) reared in offshore floating cages off the coast of Pernambuco, northeastern Brazil, on the structure of the macrozoobenthic community, focusing on Polychaeta, being the first evaluation of this kind in Brazil. Cobia culture was carried out from December 2010 to September 2011. Three sampling campaigns were held on February 9th, August 9th and December 7th of 2011, hence named initial, intermediate and final, respectively. Eight sampling stations were established: seven transversely to the coastline and one to the southeast of the cages. Water temperature, salinity, dissolved oxygen, total nitrogen and chlorophyll *a* were measured. The direction and intensity of the currents were monitored from June 2nd to October 19th of 2011. The sediment was monitored for grain size, percentage of calcium carbonate and carbon, and macrozoobenthic community structure with emphasis on the Polychaeta's family. The sediment in the area of the cobia farm was classified as sandy-gravel. The content of calcium carbonate reached a maximum of 71.4%, which is related to the presence of biodegradable materials. The sea currents were more intense in June and July, and are considered relatively higher in comparison to previous studies. The predominant directions of the currents were north and northeast. The spatial gradients of environmental variables between the sampling sites were, in general, slightly accentuated. Regarding the different sampling times, all environmental variables presented differences, with the exception of the carbon content in the sediment. The main differences were recorded between the initial sampling and the intermediate and/or final sampling. A similar trend was observed for the structure of the Polychaeta. Thirty one families of Polychaeta were recorded. The most abundant were Syllidae, Dorvilleidae, Phylodocidae, Paraonidae, Goniadidae, Hesionidae, Pisionidae, Eunicidae and Nereididae. The variability between sampling stations was not significant then being considered replications temporal area of marine farm. Diversity and evenness decreased over time, being significantly lower in the intermediate and final sampling in relation to the initial one. Since the density was the opposite. The results indicated that the variation in the structure of macrofauna occurred only in a temporal form, not spatial, and the likely cause was the organic enrichment of sediment due to waste food and feces from cobia culture.

Keywords: macrobenthic community, cobia aquaculture, organic enrichment, Polychaeta, impact, Pernambuco, marine fish farming.

Lista de figuras

Página

Figura 1 - Área do projeto "Cação de Escama", sinalizado como "UFRPE", no litoral de Pernambuco.....	31
Figura 2 - Esquema de localização das estações de amostragem na fazenda marinha de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) no litoral de Pernambuco. Os círculos indicam as estações de amostragem.....	32
Figura 3 - Valores médios ($\pm$ EP) das variáveis ambientais (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, carbono no sedimento e clorofila <i>a</i>) nas diferentes estações de amostragem na área de criação de beijupirá em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.....	35
Figura 4 - Valores médios ($\pm$ EP) dos parâmetros abióticos da água (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e nitrogênio total) e teor de carbono no sedimento (A) e concentração de clorofila <i>a</i> (B) nos diferentes momentos de amostragem. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças significativas entre os tratamentos testados (Teste de Tukey, $p < 0,05$).....	36
Figura 5 - Resultado da Análise dos Componentes Principais – ACP aplicada aos dados ambientais para amostras em diferentes momentos de coleta durante a criação de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) no litoral de Pernambuco ($T^{\circ}C$ = temperatura; OD= oxigênio dissolvido; Cl <i>a</i> = Clorofila <i>a</i> ; C _{sedimento} = Carbono no sedimento; NT= Nitrogênio total; Sal= Salinidade).....	37
Figura 6 - Vazões médias e máximas do rio Pirapama, Pernambuco, de uma série temporal de observações diárias entre 1986 e 2006 (Hidroweb).....	37
Figura 7 - Séries temporais de velocidade (A) e direção (B) das correntes marinhas no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) no litoral de Pernambuco de junho a outubro de 2011.....	38
Figura 8 - Riqueza (A), densidade (B), diversidade (C) e equitatividade (D) ($\pm$ EP) aplicados aos dados de abundância das famílias de Polychaeta nos diferentes momentos de coleta durante a criação de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) no litoral de Pernambuco. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças significativas entre os tratamentos testados (Teste de Tukey, $p < 0,05$).....	40

- Figura 9 - Análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada na abundância de Polychaeta nas amostras coletadas em fevereiro (Inicial; ▲), agosto (Intermediária; ■) e dezembro de 2011 (Final; ○) no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco (Dados não transformados. Similaridade de Bray Curtis).....41
- Figura 10 - Análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada na densidade das famílias de Polychaeta excluindo a família Syllidae, nas diferentes estações de amostragem no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco. (Dados não transformados. Similaridade de Bray Curtis).....41

Lista de tabelas

Página

Tabela 1 - Composição granulométrica (%) e concentração de carbonato de cálcio (%) no sedimento das estações amostradas na área de criação de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.....	34
Tabela 2 - Inventário das poliquetas (densidade média (indivíduo.m ⁻²) ± DP) encontradas no sedimento nas coletas realizadas na área de criação de beijupirá em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.....	39
Tabela 3 - Famílias de Polychaeta tolerantes ou sensíveis ao enriquecimento orgânico proveniente de diferentes atividades antrópicas.....	44

Sumário

Dedicatória.....	v
Agradecimentos	vi
Resumo	viii
Abstract.....	ix
Lista de figuras	xi
1- Introdução.....	14
2- Revisão Bibliográfica.....	15
3- Referências Bibliográficas	20
4- Artigo científico	26

1- INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda populacional por produtos pesqueiros e à estagnação da produção de pescado por captura, a aquicultura é um dos setores de produção de alimentos de origem animal que mais tem crescido no mundo nos últimos anos (FAO, 2010). Segundo a FAO (2012), a produção da aquicultura mundial se expandiu cerca de 12 vezes no período 1980–2010, resultando atualmente em 63,6 milhões de toneladas de pescado. Entre os setores da aquicultura, a piscicultura marinha tem apresentado uma das maiores taxas de crescimento, com cerca de 9,3% ao ano (FAO, 2012).

Com seus 8,5 mil km de litoral e uma diversidade de condições climáticas e geográficas, o Brasil possui um grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha. Apesar disso, o único registro de produção comercial ocorreu em 2009, quando 49 t de beijupirá (*Rachycentron canadum*) foram produzidas no litoral de Pernambuco (MPA, 2011). Várias iniciativas de pesquisa e desenvolvimento visando a produção dessa e de outras espécies de peixe marinho vem ocorrendo no Brasil. Por exemplo, entre 2001 e 2010, o Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA recebeu 38 solicitações de cessão de águas públicas para a criação de beijupirá nos estados da Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco. Além disso, o MPA tem investido fortemente na criação de peixes marinhos, inclusive através dos estudos de demarcação de parques aquícolas (SAMPAIO et al., 2013).

A rápida expansão e o desenvolvimento da piscicultura marinha em alguns países fizeram aumentar o interesse e a discussão sobre os possíveis impactos ambientais dessa atividade (MANTAZAVRAKOS et al., 2007; MORATA et al., 2013). Desta forma, o presente estudo tem como principal objetivo a avaliação dos impactos ambientais causados pela piscicultura em mar aberto sobre a comunidade macrozoobentônica, com

ênfase nas famílias de Polychaeta e, desta forma, auxiliar na tomada de decisões quanto ao manejo adequado da atividade e, conseqüentemente, sua sustentabilidade. No nosso conhecimento, este é o primeiro estudo com este enfoque a ser realizado no país.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As atividades humanas modificam o ambiente marinho tanto por meio da remoção de material (captação de água para a indústria, extração de areia para construção, pesca, extração de petróleo e minérios, etc.), quanto pela adição (organismos patogênicos e contaminantes provenientes de esgoto, plataformas de petróleo, etc) (GRAY e ELLIOTT, 2009). Dentre as atividades que modificam o ambiente pela adição de material está a maricultura, que compreende a criação de organismos marinhos, mais comumente os peixes (piscicultura), moluscos (malacocultura), algas (algicultura) e crustáceos (carcinicultura). A produção da maricultura no Brasil foi estimada em 85 mil t em 2010 (MPA, 2011), sendo constituída basicamente pela criação de moluscos e camarões peneídeos.

Várias espécies da ictiofauna marinha brasileira são consideradas como tendo potencial para a piscicultura, como os camurins (*Centropomus undecimalis* e *C. parallelus*), a cioba (*Lutjanus analis*), a carapeba (*Eugerres brasiliensis*), a garoupa (*Epinephelus marginatus*), o beijupirá, etc. Entre estas, o beijupirá é considerado a que reúne as melhores características para ser produzida em escala comercial no Brasil (CAVALLI e HAMILTON, 2007). O beijupirá apresenta rápido crescimento (LIAO et al., 2004; SUN et al., 2006), conversão alimentar relativamente baixa (FRASER e DAVIES, 2009), bom valor de mercado (CHOU et al., 2001; WANG et al., 2005; SUN et al., 2006), carne de excelente qualidade (CHEN, 2001; CHOU et al., 2001; KAISER & HOLT, 2005; WANG et al., 2005) e fácil adaptação à criação em gaiolas (tanques-

rede) (SUN et al., 2006). Em vista dessas qualidades, a produção mundial de beijupirá criado em cativeiro em 2011 foi estimada em 40.863 t (FAO, 2013), com a maior parcela oriunda de gaiolas flutuantes instaladas em áreas marinhas abrigadas, embora haja uma tendência em desenvolver a aquicultura em mar aberto. China, Taiwan e Vietnã são os principais produtores (NHU et al., 2011; FAO, 2013), mas existem projetos em desenvolvimento em pelo menos quinze outros países, inclusive o Brasil (CAVALLI et al., 2011).

Com o desenvolvimento da tecnologia de criação e a consequente produção comercial do beijupirá na Ásia a partir de 1990, vários produtores brasileiros passaram a considerar essa espécie. O desenvolvimento e a aplicação de tecnologias modernas de produção de peixes marinhos representam um importante passo para a exploração econômica do mar territorial brasileiro, o que poderia possibilitar a ampliação da produção nacional de pescado. Várias iniciativas de pesquisa e desenvolvimento visando a produção dessa e de outras espécies de peixe marinho vêm ocorrendo no Brasil, com apoio do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA (SAMPAIO et al., 2013). A partir de 2005, projetos de pesquisa e de produção começaram a ser desenvolvidos na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, São Paulo (CAVALLI et al., 2011), Espírito Santo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Ceará (CAVALLI, comunicação pessoal). Duas fazendas em mar aberto foram instaladas em Recife, PE, enquanto a criação do beijupirá em áreas marinhas protegidas vêm sendo testada em Angra dos Reis, RJ, Ilhabela, SP, e Igrapiúna, BA. A criação em viveiros estuarinos também está sendo considerada no Rio Grande do Norte e na Bahia. A tendência, portanto, é que a piscicultura marinha passe a ter uma contribuição mais significativa nas estatísticas brasileiras de produção de pescado.

A rápida expansão desta atividade tem levado muitos pesquisadores a estudar em profundidade o problema das fazendas marinhas no que concerne a seus impactos ambientais. Os principais impactos das fazendas de criação de peixes em gaiolas estão relacionados à liberação de matéria orgânica e nutrientes proveniente dos restos de ração, carcaças de peixes mortos e excreções, incluindo fezes (SANZ-LÁZARO & MARÍN, 2011), além dos organismos incrustantes, ou *biofouling* (DEAN et al., 2007). Em geral, aproximadamente 25% dos nutrientes adicionados na ração são incorporados no peixe, o resto permanece no ambiente (HOLMER et al., 2005). Essa matéria orgânica é rica em carbono orgânico e nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que são lançados nas formas particulada e dissolvida (MORATA et al., 2013). Esses nutrientes podem provocar aumento na produção primária, aumentando a turbidez e, eventualmente, causando a morte e decomposição da biomassa de algas, o que pode levar à diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido (LA ROSA et al., 2002; GARREN et al., 2008). Entretanto, o impacto da piscicultura marinha normalmente é mais notável no sedimento do que na coluna d'água, dado que os resíduos tendem a se acumular ao redor e abaixo das gaiolas (VITA & MARIN, 2007; YUCEL-GIER et al., 2007). Por causa disso, a comunidade bentônica tem sido amplamente utilizada para avaliar diferentes tipos de impactos, incluindo os devidos à maricultura (KARAKASSIS et al., 2000; VITA & MARIN, 2007).

Os organismos bentônicos podem ser divididos em fauna e flora. Podem ocupar as zonas entremarés (local compreendido entre as preamares e baixa-mares de maior amplitude), sublitoral (que se estende até o fim da plataforma continental) e profunda (situa-se abaixo dos limites da plataforma continental e é a mais ampla do domínio bentônico). Em relação ao tipo de sedimento, podem ter preferência pelos não consolidados (lama, areias, cascalhos, pedras) ou consolidados (rochas, recifes de coral,

recifes de arenito, estruturas vegetais e substratos artificiais). Em relação à locomoção podem ser móveis ou vágeis (não fixos), sedentários (não fixos) e sésseis (fixos). Em relação à sua posição no sedimento podem ser epibentônicos (vivem sobre o sedimento) e infauna ou endofauna (vivem dentro do sedimento). Em relação ao tamanho, a fauna é classificada em microfauna (animais que são menores que 63 ou 44 μm . Abrangem os ciliados, rotíferos, sarcodines), meiofauna (entre 63 ou 44 e 1 ou 500 μm . Engloba a maioria dos filos de invertebrados aquáticos conhecidos tais como Nematoda, Copepoda, Rotifera, Polychaeta, Oligochaeta Gastrotricha), macrofauna (aqueles maiores que 1 ou 500 μm), são os Polychaeta, Amphipoda e Bivalvia. E megafauna (maiores que 5 cm), são os equinodermatas e decapodas (GRAY AND ELLIOTT, 2009; SOARES-GOMES et al., 2009).

Os organismos bentônicos desempenham um importante papel na aeração e remobilização dos fundos dos oceanos, acelerando a transformação, ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e os processos de produção marinha, primária e secundária (ROADS, 1974; THRUSH, 1986). Eles apresentam várias características consideradas vantajosas em estudos de impacto e monitoramento ambiental, tais como limitado padrão de migração ou modo de vida sésil (LANA et al., 1994; CARVALHO, 2004; STEPHENS & FARRIS, 2004), tendendo a permanecer no local após o impacto ter ocorrido (REISS & KRONCKE, 2005); distribuição naturalmente abundante, sendo residentes ao longo do ano (POHLE et al., 2001), ou seja, possuem relativa longevidade (CLARKE & WARWICK, 1994), compõem vários níveis tróficos e respondem de formas diferentes aos diferentes tipos de estresse ambiental (CARVALHO, 2004). Além disso, a fauna bentônica apresenta uma alta diversidade de espécies (SNELGROVE, 1998), um ciclo de vida relativamente curto, o que dá à comunidade uma capacidade de resposta rápida a novas condições ambientais;

diferentes espécies possuem diferentes hábitos alimentares, preferência por diferentes tipos de ambientes, diferentes níveis de tolerância a variações neste ambiente, fazendo com que, sob determinadas condições, a presença de certas espécies, principalmente em termos de possíveis alterações ao longo do tempo e/ou espaço, possa revelar condições peculiares, levando sua dominância a ser considerada indicadora do tipo e grau de poluição de uma determinada área (WARWICK, 1993).

Entre os grupos da macrofauna bentônica, os Polychaeta são considerados bons indicadores de distúrbios ambientais, não só porque frequentemente são o táxon mais abundante (GIANGRANDE et al., 2005), mas também porque muitos autores consideram este grupo o de maior sensibilidade às alterações em áreas de sedimento não consolidado (DEL-PILAR-RUSO et al., 2008; BELLAN, 2013), devido a sua flexibilidade trófica e habilidade imediata de responder a perturbações (TOMASSETTI & PORRELO, 2005; SUTHERLAND et al., 2007).

A intensidade com que o sedimento marinho é afetado pelas atividades de criações marinhas, e conseqüentemente a fauna bentônica, depende do tipo e da quantidade de material particulado liberado pela fazenda de maricultura e das condições físicas locais (CORNER et al., 2006). Por sua vez, CHO & BUREAU (2001) sugerem que a qualidade da ração também é um fator determinante para a qualidade dos efluentes, pois a utilização de ração de boa qualidade, com balanceamento adequado e ingredientes com alta digestibilidade e estabilidade na água, pode diminuir o impacto do aporte de nutrientes para a água. DOMÍNGUEZ et al. (2001) constataram que a velocidade das correntes pode ser suficiente para dispersar os resíduos sólidos, evitando que ocorram os efeitos indesejáveis do acúmulo de restos orgânicos no sedimento. Além destes, vários fatores relacionados com as características do cultivo podem influenciar a fauna. GILES (2008) mostrou que o impacto na comunidade bentônica ocorre em função da densidade

de estocagem dos organismos criados, do tamanho da fazenda, conversão alimentar, profundidade local, intensidade da corrente e granulometria do sedimento.

Assim, para assegurar a sustentabilidade da piscicultura marinha é necessária a realização de estudos que forneçam informações sobre possíveis desequilíbrios ambientais. Isso é especialmente importante quando da implantação de uma nova atividade produtiva (CRUZADO & VELÁSQUEZ, 1974), como é o caso da piscicultura em mar aberto no Brasil.

3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLAN, G. Effects of pollution and man-made modifications on marine benthic communities in the Mediterranean: a review. In: Moraitou-Apostolopoulos, M.; Kiortsis, V. (Eds). **Mediterranean marine ecosystems**. Plenum Publ Co, pp 163–188, 2013.

CARVALHO, P. V. V. D. B. C. O macrozoobentos na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas no litoral norte de Pernambuco – Brasil. 2004. 126f. **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 104, p. 50-55, 2007.

CAVALLI, R.O; DOMINGUES, E.C; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 155-164, 2011.

CHEN, B.S. Studies on the net-cage culture and diseases control technology of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus). 6th Asian Fisheries Book of Abstracts. **Asian Fisheries Society**, Manila, Philippines, p. 89-97, 2001.

CHO, C.Y.; BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 349-360, 2001.

CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 193, p. 81-89, 2001.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. 1994. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth: **Natural Environmental Research Council**, 1994. 144 p.

CORNER, R.A.; BROOKER, A.J.; TELFER, T.C.; ROSS, L.G. A fully integrated GIS-based model of particulate waste distribution from marine fish-cage sites. **Aquaculture**, v. 258, p. 299-311, 2006.

CRUZADO, A.; VELÁSQUEZ, Z.R. Análisis estadístico de la relación fluorescencia/clorofila *a*. **Res. Exp. Cient. B/O Cornide** 3, p. 129-145, 1974.

DEAN, R.J.; SHIMMIELD, T.M.; BLACK, K.D. Copper, zinc and cadmium in marine cage fish farm sediments: An extensive survey. **Environmental Pollution**, v. 145, p. 84-95, 2007.

DEL-PILAR-RUSO, Y.; DE-LA-OSSA-CARRETERO, J.A.; GIMÉNEZ-CASALDUERO, F.; SÁNCHEZ-LIZASO, J.L. Effects of a brine discharge over soft bottom Polychaeta assemblage. **Environmental Pollution**, v. 156, p. 240-250, 2008.

DOMÍNGUEZ, L.M.; CALERO, G.L.; MARTÍN, J.M.V.; ROBAINA, L.R. A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island (Spain). Preliminary results. **Aquaculture**, v. 192, p. 225-231, 2001.

FAO, 2010. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010**. FAO Fisheries and Aquaculture Department; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 197 p.

FAO, 2012. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2012**. FAO Fisheries and Aquaculture Department; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 230 p.

FAO, 2013. **Cultured Aquatic Species Information Programme – *Rachycentron canadum***. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Disponível em: www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentroncanadum/en [Acesso em 25 06 2013]

FRASER, T.W.K.; DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, v. 40, 1219-1234, 2009.

GARREN, M.; SMRIGA, S.; AZAM, F. Gradients of coastal fish farm effluents and their effect on coral reef microbes. **Environmental Microbiology**, v. 10, p. 2299-2312, 2008.

GIANGRANDE, A.; LICCIANO, M.; MUSCO, L. Review: polychaetes as environmental indicators revisited. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 11, p. 1153-1162, 2005.

GILES, H. Using Bayesian networks to examine consistent trends in fish farm benthic impact studies. **Aquaculture**, v. 274, p. 181-195, 2008.

GRAY, J.S.; ELLIOTT, M. Ecology of Marine Sediments: From science to Management. Second edition. Ed. Oxford University Press, 225 pp., 2009.

HOLMER, M.; WILDFISH, D.; HARGRAVE, B. Organic enrichment from marine finfish aquaculture and effects on sediment biogeochemical processes. In *Environmental Effects of Marine Finfish Aquaculture*; Hargrave, B.T., Ed.; Springer: Berlin, Germany, 2005; pp. 181–206.

KAISER, J.B.; HOLT, G.J. Species Profile Cobia. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, n. 7202, 6 p., 2005.

KARAKASSIS, I.; TSAPAKIS, M.; HATZIYANNI, E.; PAPADOPOULOU, K.N.; PLAITI, W. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. **Ices J. Mar. Sci.**, v. 57, p. 1462–1471, 2000.

LA ROSA, T.; MIRTO, S.; FAVAROLO, E.; SAVONA, B.; SARÀ, G.; DANAVARO, R.; MAZZOLA, A. Impact on water column biogeochemistry of a Mediterranean mussel and fish farm. **Water Research**, v. 36, p. 713-721, 2002.

LANA, P. C.; ABSALÃO, R. S.; PIRES-VANIN, A. M. S.; BORZONE, C. A.; FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, R. M.; GIANUCA, N. M.; BEMVENUTI, C. E & CAPITOLI, R. R. Organismos bênticos e atividades de monitoramento. In: IKEDA, I. (Org.). Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil – Oceanografia Biológica: Bentos. Vol. VI. Convênio Petrobrás-Fundespa. São Paulo: Fundespa, 1994. 220p.

LIAO, I.C.; HUANG, T.S.; TSAI, W.S.; HSUEH, C.M.; CHANG, S.L.; LEANO, E.M. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, v. 237, p. 155-165, 2004.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura** – Brasil 2008-2009. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Pesca e Aquicultura. 99 p, 2011.

MANTAZAVRAKOS, E.; KORNAROS, M.; LYBERATOS, G.; KASPIRIS, P. Impacts of a marine fish farm in Argolikos Gulf (Greece) on the water column and the sediment. **Desalination**, v. 210, p. 110-124, 2007.

MORATA, T.; FALCO, S.; GADEA, I.; SOSPEDRA, J.; RODILLA, M. Environmental effects of marine fish farm of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in the NW Mediterranean Sea on water column and sediment. **Aquaculture Research**, p. 1-16, 2013.

NHU, V.C.; NGUYENA, H.Q.; LE, T.L.; TRANA, M.T.; SORGELOOS, P.; DIERCKENS, K.; REINERTSEN, H.; KJØRSVIK, E.; SVENNEVIG, N. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. **Aquaculture**, v. 315, p. 20–25, 2011.

POHLE, G.; FROST, B.; FINDLAY, R. Assessment of regional benthic impact of salmon mariculture within the Letang Inlet, Bay of Fundy. **ICES Journal of Marine Science**, v. 58, n. 2, p. 417-426, 2001.

REISS, H.; KRONCKE, I. Seasonal variability of benthic indices: An approach to test the applicability of different indices for ecosystem quality assessment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 1490–1499, 2005.

ROADS, D.C. Organisms-sediment relations on the muddy sea floor. **Oceanography and Marine Biology: a review**, v. 12, p. 263-300, 1974.

SAMPAIO, M.; PASIN, R.; CÔRTEZ, G.; GUARIZE, J. Cultivo de Bijupirá em Águas Marinhas da União. <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/aguas-da-uniao/parques-aquicolas/parques-aquicolas-marinhos>. Acessado em 06.05.13.

SANZ-LÁZARO, C.; MARÍN, A. Diversity patterns of benthic macrofauna caused by marine fish farming. **Diversity**, v. 3, p. 176 – 199, 2011.

SNELGROVE, P.V.R. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. **Biol. Conserv.**, v. 7, p. 1123–1132, 1998.

SOARES-GOMES, A.; PITOMBO, F.B.; PAIVA, P.C. Bentos de sedimentos não consolidados. In. *Biologia Marinha*. Renato Crespo Pereira, Abílio Soares-Gomes (organizadores).-2ª Ed.-Rio de Janeiro: **Interciência**, 2009.

STEPHENS, W. W.; FARRIS, J. L. Instream community assessment of aquaculture effluents. **Aquaculture**, v. 231, n. 1-4, p. 149-162, 2004.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L.; WANG, Z.; YAN, Y. Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. **Aquaculture**, v. 257, p. 214-220, 2006.

SUTHERLAND, T.F.; LEVINGS, C.D.; PETERSEN, S.A.; POON, P.; PIERCEY, B. The use of meiofauna as an indicator of benthic organic enrichment associated with salmonid aquaculture. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 1249–1261, 2007.

TOMASSETTI, P.; PORRELLO, S. Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. **Aquaculture International**, v. 13, p. 109–128, 2005.

THRUSH, S.F. Spatial heterogeneity in sublittoral gravel generated by the pit digging activities of *Cancer pagurus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 30, p. 221-227, 1986.

VITA, R.; MARIN, A. Environmental impact of capture-based bluefin tuna aquaculture on benthic communities in the western Mediterranean. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 331 – 339, 2007.

YUCEL-GIER, G.; KUCUKSEZGIN, F.; KOCAK, F. Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). **Aquaculture Research**, v. 38, p. 256 – 267, 2007.

WANG, J.T.; LIUA, Y.J.; TIANA, L.X.; MAIB, K.S.; DUA, Z.Y.; WANGA, Y.; YANG, H.J. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 249, p. 439-447, 2005.

WARWICK, R.M. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. **Austral Ecology**, v. 18, n. 1, p. 63-80, 1993.

4- Artigo científico

Artigo científico a ser submetido à Revista: ***Brazilian Archives of Biology and Technology - BABT*** - www.babt.tecpar.br (online) 1678-4324

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

**Influência da criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas
flutuantes sobre a comunidade macrozoobentônica, com ênfase nos Polychaeta**

Larissa Souza Lima¹, Taciana Kramer Pinto², Bárbara Brandão¹, Washington Santos²,
Santiago Hamilton¹, Ronaldo O. Cavalli¹

¹ Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-030, Recife, PE, Brasil. Tel.: (81) 3320.6524, Fax: (81) 3320.6502, *e-mail: larissansimoes@yahoo.com.br

² Laboratório de Impacto sobre Comunidades Bênticas, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Campus Arapiraca, Pólo Penedo. Av. Beira Rio, s/n - Centro Histórico, 57200-000, Penedo, AL, Brasil. Tel.: (82) 3551-2784/3551-3707.

Resumo

O estudo avaliou os efeitos da criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes instaladas em mar aberto no litoral de Pernambuco sobre a estrutura da comunidade macrozoobentônica, com enfoque em Polychaeta, sendo a primeira avaliação desse tipo realizada no Brasil. A criação de beijupirá foi realizada entre dezembro de 2010 e setembro de 2011. As três coletas foram realizadas nos dias 09 de fevereiro, 09 de agosto e 07 de dezembro de 2011, sendo denominadas inicial, intermediária e final, respectivamente. Foram estabelecidas oito estações de coleta: sete dispostas transversalmente à linha de costa e uma à Sudeste das gaiolas. Temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e concentração de clorofila-*a* na coluna da água próxima ao fundo foram medidos. No sedimento foram determinados granulometria, percentuais de carbonato de cálcio e de carbono, e estrutura da comunidade macrozoobentônica, com ênfase nas famílias de Polychaeta. A direção e a intensidade das correntes foram medidas de 02 de junho a 19 de outubro de 2011. O sedimento foi classificado como cascalho-arenoso, e o teor de carbonato de cálcio atingiu o valor máximo de 71,4%, relacionado à presença de material de origem biodetrítica. As correntes na área da fazenda marinha foram mais intensas em junho e julho, sendo consideradas relativamente altas em comparação às encontradas em outros

estudos. As direções predominantes das correntes foram Norte e Nordeste. Os gradientes de variação espacial das variáveis ambientais entre as estações de coleta foram, de forma geral, pouco acentuados. Em relação aos diferentes momentos de coleta, todas as variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas, com exceção do teor de carbono no sedimento. As principais diferenças foram registradas entre a coleta inicial e a coleta intermediária e/ou coleta final. Da mesma forma ocorreu com as famílias de Polychaeta. Foram registradas 31 famílias de Polychaeta. As mais abundantes foram Syllidae, Dorvilleidae, Phylodocidae, Paraonidae, Goniadidae, Hesionidae, Pisionidae, Eunicidae e Nereididae. A variabilidade entre estações de amostragem não foi significativa sendo então consideradas repetições temporais da área da fazenda marinha. Diversidade e equitatividade para as famílias decresceram ao longo do tempo, sendo menores nas coletas intermediária e final em relação à inicial. Já a densidade das famílias foi maior nas coletas intermediária e menor na inicial. Os resultados indicaram que a alteração na estrutura da macrofauna bentônica ocorreu apenas de forma temporal, não espacial, e que a provável causa foi o enriquecimento orgânico do sedimento devido aos resíduos de ração e fezes provenientes das gaiolas de criação de beijupirá.

Palavras-chave: comunidade macrozoobentônica, criação de beijupirá, enriquecimento orgânico, Polychaeta, impacto, Pernambuco, piscicultura marinha.

Abstract

The study evaluated the effects of cobia aquaculture (*Rachycentron canadum*) reared in offshore floating cages off the coast of Pernambuco, northeastern Brazil, on the structure of the macrozoobenthic community, focusing on Polychaeta, being the first evaluation of this kind in Brazil. Cobia culture was carried out from December 2010 to September 2011. Three sampling campaigns were held on February 9th, August 9th and December 7th of 2011, hence named initial, intermediate and final, respectively. Eight sampling stations were established: seven transversely to the coastline and one to the southeast of the cages. Water temperature, salinity, dissolved oxygen, total nitrogen and chlorophyll *a* were measured. The direction and intensity of the currents were monitored from June 2nd to October 19th of 2011. The sediment was monitored for grain size, percentage of calcium carbonate and carbon, and macrozoobenthic community structure with emphasis on the Polychaeta's family. The sediment in the area of the cobia farm was classified as sandy-gravel. The content of calcium carbonate reached a

maximum of 71.4%, which is related to the presence of biotritical materials. The sea currents were more intense in June and July, and are considered relatively higher in comparison to previous studies. The predominant directions of the currents were north and northeast. The spatial gradients of environmental variables between the sampling sites were, in general, slightly accentuated. Regarding the different sampling times, all environmental variables presented differences, with the exception of the carbon content in the sediment. The main differences were recorded between the initial sampling and the intermediate and/or final sampling. A similar trend was observed for the structure of the Polychaeta. Thirty one families of Polychaeta were recorded. The most abundant were Syllidae, Dorvilleidae, Phylodocidae, Paraonidae, Goniadidae, Hesionidae, Pisionidae, Eunicidae and Nereididae. The variability between sampling stations was not significant then being considered replications temporal area of marine farm. Diversity and evenness decreased over time, being significantly lower in the intermediate and final sampling in relation to the initial one. Since the density was the opposite. The results indicated that the variation in the structure of macrofauna occurred only in a temporal form, not spatial, and the likely cause was the organic enrichment of sediment due to waste food and feces from cobia culture.

Keywords: macrobenthic community, cobia aquaculture, organic enrichment, Polychaeta, impact, Pernambuco, marine fish farming.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha. Apesar disso, o único registro da criação comercial de peixes marinhos ocorreu somente em 2009, quando 49 t do beijupirá (*Rachycentron canadum*) foram produzidos em gaiolas instaladas no mar aberto em Pernambuco (MPA, 2011). Por ser considerada uma espécie com características adequadas para a produção em escala comercial no Brasil (Cavalli & Hamilton, 2007), projetos de pesquisa e de produção vêm sendo desenvolvidos na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, São Paulo (Cavalli et al., 2011), Espírito Santo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Ceará (Cavalli, comunicação pessoal). Duas fazendas em mar aberto foram instaladas em Recife, PE, enquanto o beijupirá está sendo criado em áreas marinhas abrigadas no Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia. A criação em viveiros estuarinos também está sendo testada no Rio Grande do Norte e na Bahia (Cavalli et al., 2011). A tendência, portanto,

é que a piscicultura marinha passe a ter uma contribuição mais significativa nas estatísticas brasileiras de produção de pescado.

A rápida expansão desta atividade tem levado muitos pesquisadores a estudar os seus possíveis impactos ambientais. Os efeitos mais comumente identificados com a piscicultura marinha são a liberação de efluentes ricos em nutrientes dissolvidos, como nitrogênio e fósforo, e matéria orgânica (Dean et al., 2007; Sanz-Lázaro & Marín, 2011). Em sistemas intensivos de criação, apenas 25% dos nutrientes fornecidos pela alimentação são incorporados pelos peixes. O restante permanece no ambiente e a maior parte acaba depositada no sedimento (Holmer et al., 2013; Morata et al., 2013).

Esses nutrientes podem provocar aumento na produção primária, aumentando a turbidez e, eventualmente, causando a morte e decomposição da biomassa de algas, o que pode levar à diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido (La Rosa et al., 2002; Garren et al., 2008). Dado que a maior parte dos detritos acaba depositando no fundo, o impacto da piscicultura marinha normalmente é mais notável no sedimento do que na coluna d'água, pois os resíduos tendem a se acumular ao redor e abaixo das gaiolas (Vita & Marin, 2007; Yucel-Gier et al. 2007). Por esta razão, a comunidade bentônica tem sido amplamente utilizada para avaliar diferentes tipos de impactos, incluindo os devidos à maricultura (Karakassis et al., 2000; Vita & Marin, 2007).

Dentre os grupos da macrofauna bentônica, os Polychaeta são bons indicadores de distúrbios ambientais, não só porque frequentemente são o táxon mais abundante (Giangrande et al., 2005), mas também porque muitos autores consideram este grupo como o de maior sensibilidade a alterações em sedimento não consolidado (Del-Pilar-Ruso et al., 2008; Bellan, 2013), devido a sua flexibilidade trófica e habilidade imediata de responder a perturbações (Tomassetti & Porrelo, 2005; Sutherland et al., 2007).

Para assegurar a sustentabilidade da piscicultura marinha é necessária a realização de estudos de impacto ambiental aplicados à realidade brasileira, fornecendo assim informações para a avaliação de possíveis desequilíbrios ambientais causados por ações antrópicas, principalmente quando da implantação de uma nova atividade produtiva (Cruzado & Velásquez, 1974). Nesse sentido, o presente trabalho avaliou o impacto causado pela criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes na costa de Pernambuco sobre parâmetros ambientais e a biota bêntica local, enfocando os Polychaeta. No nosso conhecimento, este é o primeiro estudo realizado no Brasil lidando com esta temática.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área da fazenda marinha experimental do projeto *Cação de Escama*, localizada a aproximadamente cinco quilômetros da praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco (08°09'07,14''S; 034°48'41,52''W) (Figura 1). O local possui profundidade média de 24 m e características típicas de ambientes oligotróficos, sendo quase totalmente recoberto por sedimentos biogênicos carbonáticos (cascalhos) e areias (Coutinho, 1976).

A criação de beijupirá foi realizada em quatro gaiolas flutuantes de cerca de 1.200 m³ de volume. Em dezembro de 2010, aproximadamente 15 mil juvenis com peso médio de 150 g foram estocados a uma densidade de 3,0 peixes.m⁻³. A criação teve duração de 10 meses, sendo as amostras coletadas em três momentos: no início da criação, denominada coleta inicial (09 de fevereiro de 2011), durante a fase de engorda dos peixes (coleta intermediária; 09 de agosto de 2011) e após a retirada dos peixes (coleta final; 07 de dezembro de 2011). Ao longo da criação, os peixes foram alimentados diariamente com uma ração comercial contendo 42% de proteína bruta e 8% de lipídios totais. Um total de 14.310 kg de ração foi ministrado, com um aporte estimado de 961,7 kg de nitrogênio. Na coleta inicial, haviam sido ofertados 2.660 kg de ração (ou 178,8 kg de nitrogênio), e até a coleta intermediária um total de 13.270 kg de ração (ou 891,7 kg de nitrogênio).

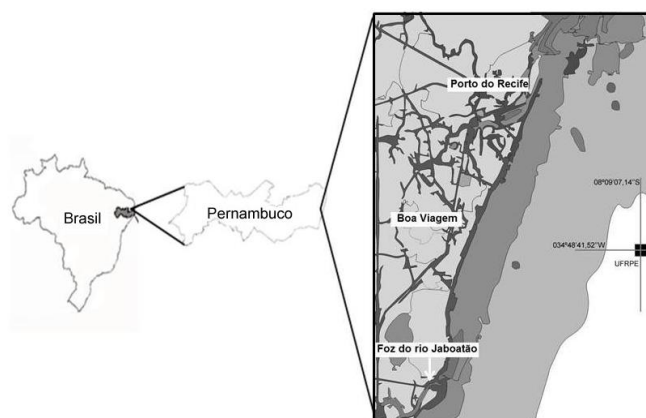


Figura 1. Área do projeto "Cação de Escama", sinalizado como "UFRPE", no litoral de Pernambuco.

Figure 1. Project area "Cação de Escama", flagged as "UFRPE", on the coast of Pernambuco.

Oito estações de amostragem foram estabelecidas em um gradiente de distâncias da fazenda (Figura 2), sendo uma estação abaixo das gaiolas flutuantes (0), três estações a 30, 80 e 100 metros das gaiolas em direção ao mar aberto (estações L), três estações

com as mesmas distâncias porém em sentido oposto, a oeste da fazenda, em direção à costa (estações O) e uma estação a 200 metros a sudeste das gaiolas.

A escolha da localização das estações de coleta foi baseada no estudo de Chen et al. (1999), em que é recomendado que no mínimo haja uma estação logo abaixo do centro das estruturas, e outra a 200 metros desta estação, na direção da corrente predominante, já que alguns estudos afirmam que em distâncias maiores que 100 metros do centro das estruturas não se detecta enriquecimento orgânico.

Tomou-se o cuidado de se situar as estações de coleta em locais próximos às estruturas de fundeio, como âncoras e poitas, com o objetivo de facilitar a visualização das estações pelos mergulhadores que realizaram o procedimento das coletas, já que a tentativa de coletar o sedimento por meio de draga foi sem sucesso.

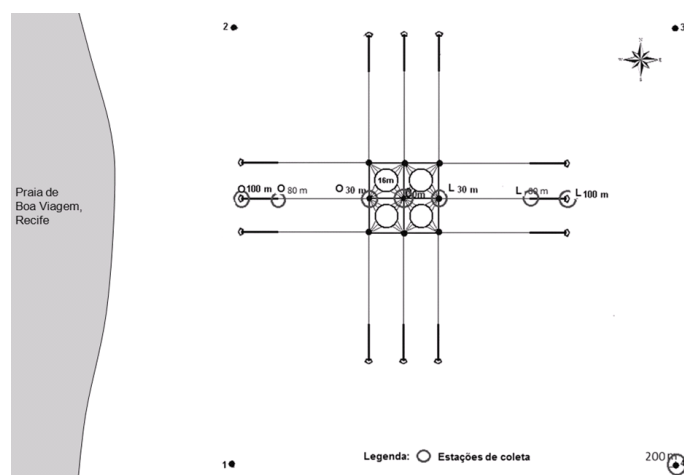


Figura 2. Esquema de localização das estações de amostragem na fazenda marinha de Beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco. Os círculos indicam as estações de amostragem.

Figure 2. Diagram showing the location of sampling stations in the cobia marine farm (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco. The circles indicate the sampling stations.

Uma amostra de sedimento foi coletada em cada estação, em um único momento, para a análise granulométrica e determinação do teor de carbonatos. Cerca de 100 g de sedimento previamente seco até peso constante em estufa a 80°C foi peneirado em malhas de 2000, 1000, 500, 250, 125 e 63 µm (Suguio, 1973). As frações de sedimento retidas em cada peneira foram pesadas e os sedimentos classificados de acordo com Wentworth (1922).

O teor de carbonato de cálcio foi obtido pelo método de Gross (1971), que consiste na dissolução do CaCO₃ por ácido clorídrico (HCl). Assim, 10 g de sedimento de cada estação foram colocadas em estufa a 80°C até peso constante e depois receberam aplicação de HCl a 10%. Após a efervescência característica da reação, o material foi reservado para decantação por 24 h. A solução foi então cuidadosamente sifonada, lavada com água destilada e colocada novamente para decantação. Esse procedimento

foi repetido três vezes. Após a última lavagem, o material não carbonático foi novamente submetido à estufa a 80 °C e pesado. A diferença entre os pesos inicial e final corresponde à massa de CaCO_3 , que foi expressa em percentagem.

O teor de carbono no sedimento foi mensurado em todos os momentos de coleta, sendo uma repetição por estação de amostragem. A metodologia utilizada nesta análise pode ser visualizada em Klein (2012).

Temperatura (°C), salinidade, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), nitrogênio total (mg.L^{-1}) e clorofila *a* ($\mu\text{g.L}^{-1}$) da água a 20 m de profundidade, ou seja, à uma distância de 4 m do leito marinho, foram mensurados em cada estação de amostragem em todos os momentos de coleta, sendo uma repetição por estação. Temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido foram mensurados com auxílio de aparelho multiparâmetro YSI®. Já nitrogênio total e clorofila *a* foram analisados em laboratório, podendo a metodologia ser visualizada em Klein (2012). Dados referentes à direção e velocidade da corrente foram determinados por um correntógrafo (Acoustic Doppler Current Profiler – ADCP, Nortek, Noruega) instalado na fazenda marinha no período de 02 de junho a 19 de outubro de 2011 pela equipe do Laboratório de Hidrodinâmica Costeira, Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, PE.

Os volumes de vazão do rio Pirapama foram coletados pelo Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb), da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram utilizados dados de uma série histórica de observações diárias ao longo de 20 anos (1986-2006) para o Pirapama. A partir destes dados foi calculada a média mensal. A vazão do rio Jaboatão, que se une ao rio Pirapama antes de desembocar no Oceano, não foi coletada devido à ausência de dados históricos.

Três amostras foram coletadas em cada estação utilizando corer de PVC com 10 cm de diâmetro interno, os quais foram inseridos nos 20 primeiros centímetros do sedimento. Ainda em campo, as amostras foram fixadas em formaldeído salino a 4%. Em laboratório, as amostras foram lavadas em peneira geológica com malha de 300 μm , sendo o material retido fixado em álcool a 70% e corado com rosa de bengala para posterior triagem e quantificação. Os animais foram triados, identificados e quantificados em nível taxonômico mais baixo possível, sendo todos os indivíduos da classe Polychaeta identificados até o nível de família (Ruppert et al., 2005; Brusca & Brusca, 2007).

Análises uni e multivariadas dos dados de abundância e densidade das famílias de Polychaeta foram aplicadas para verificar alterações nos descritores da comunidade em

relação à criação de beijupirá. Os índices de riqueza de Margalef (d), diversidade de Simpson ($1-\lambda'$) e equitatividade de Pielou (J') foram calculados. Os dados não transformados foram então comparados utilizando análise de variância (ANOVA) não paramétrica do tipo Kruskal-Wallis e o teste de Tukey para comparação de médias *a posteriori*.

Para descrever o padrão de distribuição das amostras de diferentes momentos e locais de coleta, foi utilizada análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseado nos dados de abundância das famílias de Polychaeta e nos mesmos dados, porém sem a família Syllidae, respectivamente. Também foi aplicada a análise de similaridade do tipo ANOSIM para comparar a estrutura da comunidade de Polychaeta nos diferentes momentos de coleta e distâncias das gaiolas de criação. Análise de BIO-ENV foi utilizada para identificar o grupo de parâmetros abióticos mais fortemente relacionado com a estrutura das associações de Polychaeta, e a análise RELATE foi utilizada para identificar se essa correlação era estatisticamente significativa. Para as análises multivariadas, foi construída uma matriz de similaridade utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis para os dados não transformados.

Com o objetivo de verificar tendências e comparar os parâmetros ambientais medidos nos diferentes momentos de coleta foram utilizadas análise dos componentes principais (PCA) e ANOVA não paramétrica do tipo Kruskal-Wallis seguida do teste de Tukey para comparação de médias *a posteriori*.

Essas análises foram realizadas por meio dos pacotes estatísticos Primer v.6.1.6, SigmaPlot 11.0 e Statistica 7.0.

RESULTADOS

O sedimento na área da fazenda marinha foi classificado como cascalho-arenoso. A fração arenosa foi predominante em todas as amostras, representando mais de 60% dos grãos, sendo 0,7% os valores máximos registrados de silte mais argila. O teor de carbonato de cálcio nas amostras atingiu o valor máximo de 71,4% (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica (%) e concentração de carbonato de cálcio (%) no sedimento das estações amostradas na área de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.

*Table 1. Sieve (%) and concentration of calcium carbonate (%) in the sediment of the stations sampled in the area of creating cobia (*Rachycentron canadum*) in floating cages off the coast of Pernambuco.*

Tipo de sedimento	Estações
-------------------	----------

	200	L100	L80	L30	0	O30	O80	O100
Cascalho	38,8	26,2	19,1	15,3	25,1	29,4	26,8	27,3
Areia MG	22,1	26,5	37,3	30,3	28,1	28,2	34,7	24,9
Areia G	17,6	19,1	21,9	24,0	23,9	24,7	16,7	18,8
Areia M	14,3	18,5	14,3	21,2	16,0	13,6	12,9	16,7
Areia F	5,6	9,0	6,6	8,7	6,2	3,6	8,0	10,8
Areia MF	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,2	0,6	1,2
Silte + Argila	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
Carbonato de cálcio	62,7	50,7	71,4	65,7	51,5	58,0	63,0	60,4

A variação espacial das variáveis ambientais entre as estações de coleta foi, de forma geral, pouco acentuados (Figura 3). Apenas a concentração de nitrogênio total na água apresentou valor mais elevado na estação a 30 m a leste da fazenda marinha (L30), porém a ausência de repetições impossibilitou a análise estatística para a comparação destes valores em relação às demais estações.

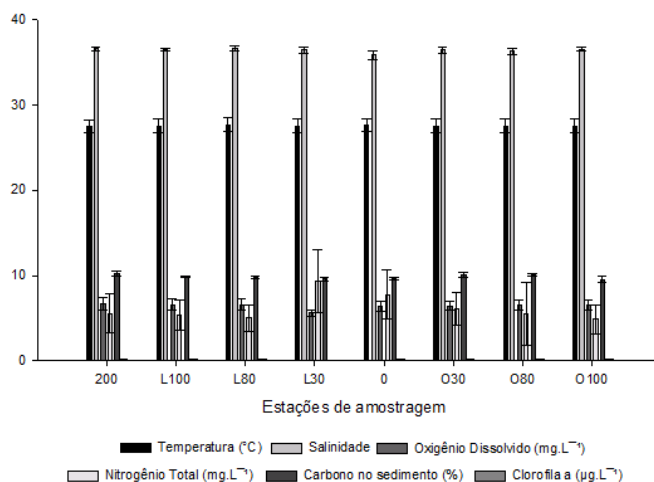


Figura 3. Valores médios ($\pm$ EP) das variáveis ambientais (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, carbono no sedimento e clorofila *a*) nas diferentes estações de amostragem na área de criação de beijupirá em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.

*Figure 3. Mean values ($\pm$ SE) of environmental variables (temperature, salinity, dissolved oxygen, total nitrogen, carbon in the sediment and chlorophyll *a*) in the different sampling stations in the area of creating cobia in floating cages off the coast of Pernambuco.*

Em relação aos diferentes momentos de coleta, a temperatura da água variou entre 26,1 e 29,1 °C, sendo o menor valor registrado na coleta intermediária. Os valores de salinidade variaram entre 34,9 e 37,1. A concentração de oxigênio dissolvido na água próximo ao fundo variou de 5,18 a 7,77 mg.L⁻¹, sendo os menores valores observados na coleta final. O teor de carbono no sedimento variou entre 9,07 e 10,69 % e a concentração de nitrogênio total na água variou entre 1,54 e 14,00 mg.L⁻¹, sendo os menores valores (entre 1,54 e 3,08 mg.L⁻¹) observados na coleta inicial, enquanto nas coletas intermediária e final, as concentrações variaram entre 4 e 14 mg.L⁻¹ e entre 2 e

12 mg.L⁻¹, respectivamente (Figura 4A). A concentração de clorofila-*a* variou entre 0,01 e 0,25 µg.L⁻¹, sendo os menores valores registrados na coleta final (Figura 4B).

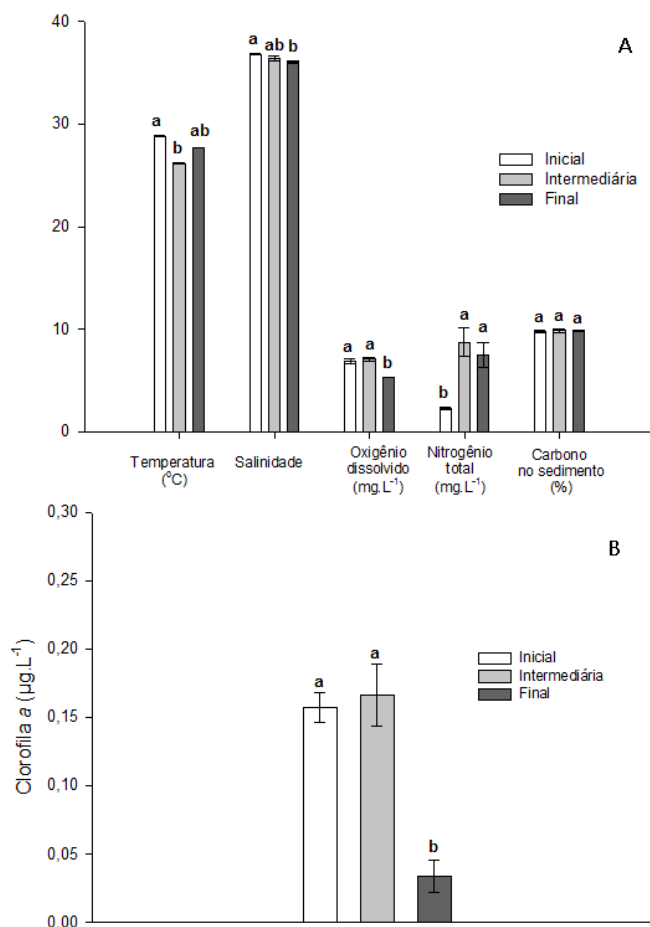


Figura 4. Valores médios ($\pm$ EP) dos parâmetros abióticos da água (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e nitrogênio total) e teor de carbono no sedimento (A) e concentração de clorofila *a* (B) nos diferentes momentos de amostragem. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças significativas entre os tratamentos testados (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Figure 4. Mean values ($\pm$ SE) of abiotic parameters of water (temperature, salinity, dissolved oxygen and total nitrogen) and carbon content in the sediment (A) and chlorophyll *a* (B) at different times of sampling. Different letters for the same variable represent significant differences between the treatments (Tukey test, $p < 0,05$).

A análise de variância não-paramétrica Kruskal-Wallis possibilitou verificar que todas apresentaram diferenças significativas entre momentos de coleta, com exceção do carbono no sedimento. As principais diferenças foram registradas entre a coleta inicial e as coletas intermediária e final (Figura 4).

A análise dos componentes principais indicou que os primeiros dois eixos foram responsáveis por 70,5% da variância total desses parâmetros entre coletas. O eixo 1 explicou 44,3% e o eixo 2, 26,2% (Figura 9). Nitrogênio (0,442) e salinidade (-0,418) foram as variáveis com maior peso no eixo 1, indicando uma relação inversamente proporcional entre as duas, à medida que a salinidade aumentava o nitrogênio total diminuía e vice-versa; E, as variáveis com maior peso no eixo 2 foram temperatura

(0,577), oxigênio dissolvido (-0,517), concentração de clorofila *a* (-0,503) e teor de carbono no sedimento (-0,189), sendo a temperatura inversamente proporcional às outras variáveis. Os fatores do diagrama em relação ao eixo 2 mostram uma clara diferenciação entre as coletas inicial e intermediária + final (Figura 5).

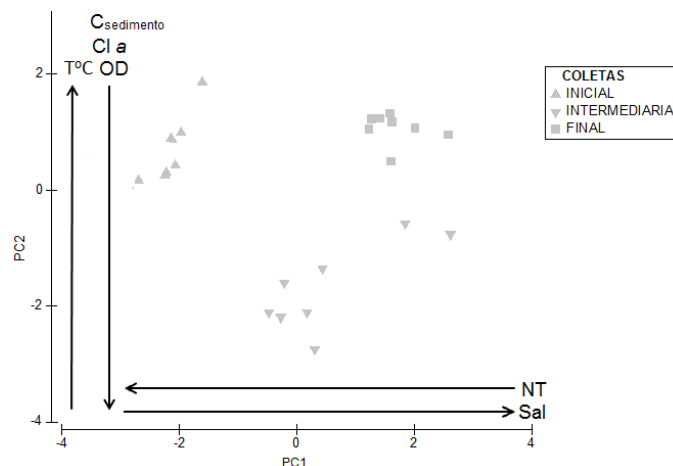


Figura 5. Resultado da Análise dos Componentes Principais – ACP aplicada aos dados ambientais para amostras em diferentes momentos de coleta durante a criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco (T°C= temperatura; OD= oxigênio dissolvido; Cl *a*= Clorofila *a*; C_{sedimento}= Carbono no sedimento; NT= Nitrogênio total; Sal= Salinidade).

Figure 5. Results of the Principal Component Analysis - PCA applied to environmental data for samples at different times during the creation of cobia (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco (T°C = temperature, OD = dissolved oxygen; Cl = Chlorophyll *a*, C_{sedimento} = carbon in the sediment, NT = total nitrogen, Sal = Salinity).

A vazão média mensal de uma série temporal de observações diárias durante 20 anos (entre 1986 e 2006) do Rio Pirapama variou entre 5,5 e 33,98 m³.s⁻¹. Os maiores valores ocorreram de abril a setembro, enquanto os menores ocorreram de outubro a março (Figura 6). Nota-se, porém, que, ao contrário do observado para o rio Capibaribe, não houve vazões médias negativas no rio Pirapama.

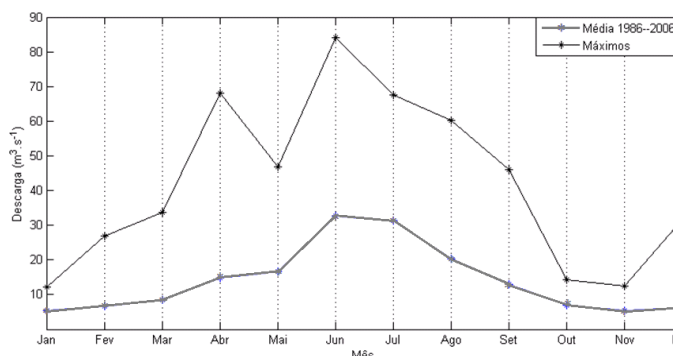


Figura 6. Vazões médias e máximas do rio Pirapama, Pernambuco, de uma série temporal de observações diárias entre 1986 e 2006 (Hidroweb).

Figure 6. Average and maximum flow rates of Pirapama river, Pernambuco, a time series of daily observations between 1986 and 2006 (Hidroweb).

As correntes na área da fazenda marinha foram mais intensas nos meses de junho e julho, apresentando velocidades média de 0,4 m.s⁻¹ e máxima de 0,78 m.s⁻¹ (Figura 7A),

sendo norte e nordeste as direções predominantes. Em agosto, as correntes diminuíram gradualmente de intensidade, com velocidades máximas de $0,4 \text{ m.s}^{-1}$, e mudaram de direção (Figura 7B), passando para Sudeste. Durante setembro e outubro, as correntes permaneceram nesta velocidade, porém, passaram a ter direção predominantemente Sudoeste. No final de outubro, ocorreu uma elevação brusca da intensidade, com as correntes atingindo velocidade máxima de aproximadamente $0,6 \text{ m.s}^{-1}$.

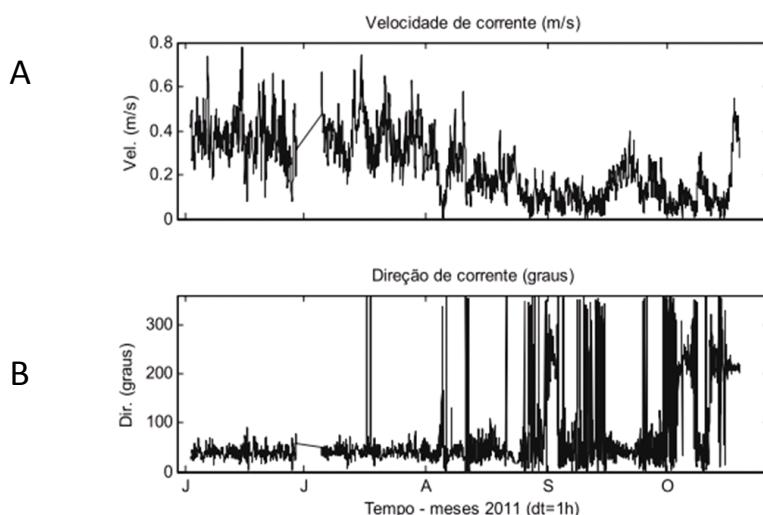


Figura 7. Séries temporais de velocidade (A) e direção (B) das correntes marinhas no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco de junho a outubro de 2011.

Figure 7. Speed (A) and direction (B) time series of ocean currents in the vicinity of the creation cages of cobia (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco from June to October 2011.

Foram identificados 54 táxons de macrofauna na região do estudo, sendo a classe Polychaeta dominante em todas as coletas, responsável por mais de 45 % do total de animais coletados. Entre os Polychaeta, foram coletadas 31 famílias. A mais abundante foi Syllidae (58,2%), seguida de Dorvilleidae (6,5%), Phylodocidae (3,9%), Paraonidae (3,5%), Goniadidae (3,2%), Hesionidae (2,5%), Pisionidae (2,5%), Eunicidae (2,4%) e Nereididae (2,1%) (Tabela 2).

Levando em consideração as estações de coleta, as famílias apresentaram variabilidade nos valores de densidade, porém, o resultado da análise de similaridade (ANOSIM 2-way crossed) aplicada a estes dados, tendo como fatores estações e momentos de coleta, indicou que a variabilidade entre estações não foi significativa ($R_{global} 0,004$ e $p=0,46$). As estações foram então consideradas repetições temporais da área da fazenda marinha (Tabela 2).

As densidades médias das principais famílias de Polychaeta na coleta inicial variaram entre 127 e $28.025 \text{ ind.m}^{-2}$, sendo o maior valor encontrado para Syllidae, seguida de Dorvilleidae (6.369 ind.m^{-2}), Paraonidae (4.968 ind.m^{-2}), Eunicidae e

Phyllodocidae (3.949 ind.m⁻²), Pisionidae (3.567 ind.m⁻²) e Goniadidae (3.057 ind.m⁻²) e Hesionidae e Nereididae (2.929 ind.m⁻²). Nas coletas intermediária e final, as densidades médias variaram entre 127 e 109.299 ind.m⁻², e 127 e 122.166 ind.m⁻², respectivamente. Novamente, Syllidae foi dominante, apresentando um aumento na densidade média na coleta intermediária de cerca de quatro vezes o registrado na coleta inicial, permanecendo abundante na coleta final (Tabela 2).

Ao longo do período de estudo percebe-se também um incremento nas densidades médias de Dorvilleidae, Phyllodocidae e Goniadidae (Coleta intermediária: 7.388, 4.968, 3.057 ind.m⁻²; Coleta final: 15.159, 8.280, 8.025 ind.m⁻², respectivamente). Paraonidae e Nereididae tiveram suas densidades reduzidas na coleta intermediária (4.203 e 2.548 ind.m⁻², respectivamente), mas aumentaram na coleta final (6.624 e 3.822 ind.m⁻², respectivamente). Por sua vez, Eunicidae, Pisionidae e Hesionidae apresentaram comportamento inverso, incremento na coleta intermediária (4.204, 5.095 e 4.331 ind.m⁻², respectivamente) e redução na coleta final (2.675, 2.675 e 4.076 ind.m⁻²). Polygordiidae não foi registrada na coleta inicial, porém, apresentou densidade média de 7.006 ind.m⁻² na coleta intermediária (Tabela 2).

Tabela 2. Inventário das poliquetas (densidade média (indivíduo.m⁻²) ± DP) encontradas no sedimento nas coletas realizadas na área de criação de beijupirá em gaiolas flutuantes no litoral de Pernambuco.

Table 2. Inventory of polychaete (medium density (individual.m⁻²) ± SD) founded in sediment samples taken in the area of creating cobia in floating cages off the coast of Pernambuco.

Famílias	Coletas		
	Inicial	Intermediária	Final
Syllidae	1168±15	4554±29	5090±19
Dorvilleidae	265±4	308±3	632±3
Paraonidae	207±2	175±3	276±2
Eunicidae	165±2	175±3	111±1
Phyllodocidae	165±2	207±2	345±2
Pisionidae	149±1	212±2	111±1
Goniadidae	127±1	127±1	334±3
Hesionidae	122±2	180±2	170±2
Nereididae	122±1	106±1	159±1
Cirratulidae	80±1	117±2	106±1
Spionidae	74±1	48±1	27±0
Sabellidae	53±1	133±1	69±1
Lumbrineridae	48±1	69±1	90±1
Chrysopetalidae	42±1	191±4	180±2
Capitellidae	27±1	16±0	11±0
Glyceridae	27±1	74±1	74±1
Terebellidae	27±1	42±1	37±0
Amphinomidae	21±0	0±0	16±0

Iospilidae	16±1	0±0	0±0
Maldanidae	16±1	32±1	5±0
Orbinidae	16±0	5±0	5±0
Polynoidae	16±0	122±2	154±2
Onuphidae	11±0	11±0	11±0
Pholoididae	11±0	90±1	96±2
Espécie nova 1	11±0	21±1	21±0
Opheliidae	5±0	11±0	5±0
Poecilochaetidae	5±0	27±1	0±0
Magelonidae	0±0	5±0	5±0
Owenonidae	0±0	0±0	5±0
Polygordiidae	0±0	292±4	16±0
Serpulidae	0±0	5±0	11±0
Trichobranchidae	0±0	5±0	0±0
Espécie nova 2	0±0	48±2	0±0

Riqueza não teve diferença significativa entre coletas (Figura 8A). Densidade (Figura 8B) aumentou ao longo do tempo, sendo significativamente maior nas coletas intermediária e final em relação à coleta inicial. Diversidade e equitatividade (Figuras 8C e 8D) decresceram ao longo do tempo, sendo significativamente menores nas coletas intermediária e final em relação à coleta inicial.

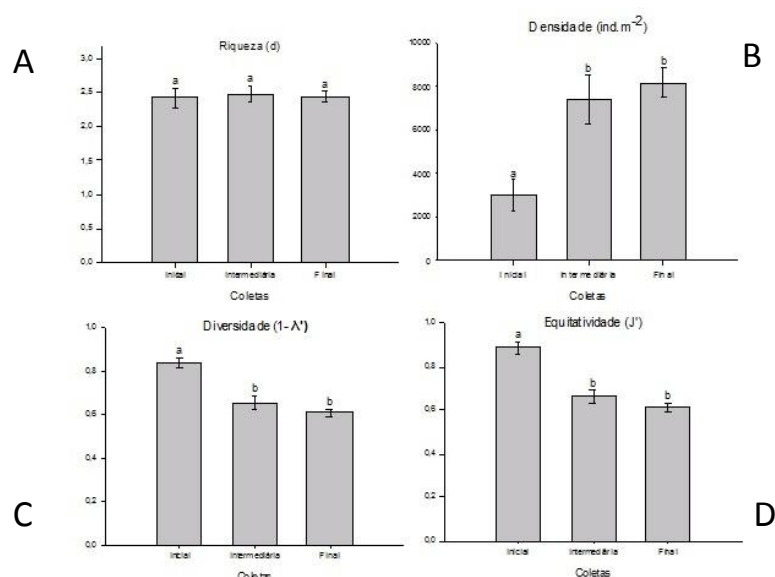


Figura 8. Riqueza (A), densidade (B), diversidade (C) e equitatividade (D) ($\pm$ EP) aplicados aos dados de abundância das famílias de Polychaeta nos diferentes momentos de amostragem durante a criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco. Letras diferentes para mesma variável representam diferenças significativas entre os tratamentos testados (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Figure 8. Richness (A), density (B), diversity (H) and evenness (D) ($\pm$ SE) applied to the abundance data of the families of Polychaeta in the different sampling times during the creation of cobia (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco. Different letters for the same variable represent significant differences between the treatments (Tukey test, $p < 0,05$).

Na análise de escalonamento multidimensional (MDS) observou-se uma tendência de separação entre a coleta inicial e as coletas intermediária e final (Figura 9). Na MDS dos

dados excluindo a família Syllidae, não foram encontradas diferenças significativas entre as estações de coleta (Figura 10). Por meio da análise de similaridade (ANOSIM 1-way) aplicada aos mesmos dados, percebe-se que estas diferenças são significativas apenas entre as coletas inicial e intermediária e inicial e final ($R=0,264$ e $p=0,001$; $R=0,433$ e $p=0,001$), respectivamente.

Por meio da análise BIO-ENV foi verificado que a maior correlação encontrada com a estrutura da comunidade das famílias de Polychaeta na área da fazenda marinha foi de 0,250 para a combinação dos parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e carbono no sedimento, e que esta correlação foi significativa ($R=126$; $p=0,002$).

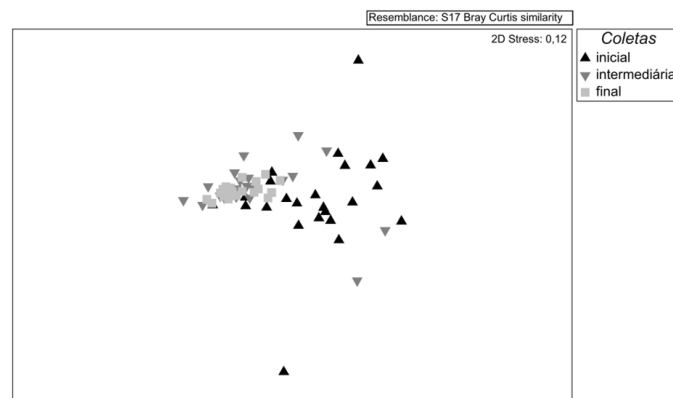


Figura 9. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada na abundância de Polychaeta nas amostras coletadas em fevereiro (Inicial; ▲), agosto (Intermediária; ▽) e dezembro de 2011 (Final; ○) no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco (Dados não transformados. Similaridade de Bray Curtis).

Figure 9. Multidimensional scaling (MDS) based on the abundance of Polychaeta in the samples collected in February (Initial; ▲), August (Intermediate; ▽) and December 2011 (Final; ○) in the vicinity of the cages creation of cobia (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco (unprocessed data. Bray Curtis Similarity).

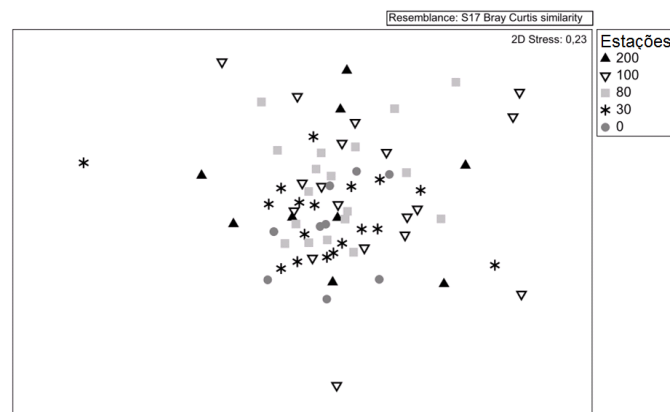


Figura 10. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada na densidade das famílias de Polychaeta excluindo a família Syllidae, nas diferentes estações de amostragem no entorno das gaiolas de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral de Pernambuco. (Dados não transformados. Similaridade de Bray Curtis).

Figure 10. Multidimensional scaling (MDS) based on the density of families of Polychaeta excluding family Syllidae at different sampling stations in the vicinity of the cages creation of cobia (*Rachycentron canadum*) on the coast of Pernambuco. (Unprocessed data. Bray Curtis Similarity).

DISCUSSÃO

Observando-se a variabilidade nos parâmetros ambientais e as alterações nos descritores da comunidade das famílias de Polychaeta, pode-se sugerir uma situação de enriquecimento orgânico ao longo do tempo de estudo, independente se esta situação foi provocada por alterações ambientais naturais ou relacionado à criação do beijupirá.

A concentração de nitrogênio total foi significativamente maior nas coletas intermediária e final e a concentração de oxigênio dissolvido significativamente menor, o que pode estar relacionado a um processo de enriquecimento orgânico na área (Morata et al., 2013). Vários estudos sugerem que o enriquecimento orgânico é o principal impacto que ocorre em áreas de criação de peixes, tanto na coluna d'água quanto no sedimento (Sarà, 2007b; Borja et al., 2009; Fernandez-Gonzalez & Sanchez-Jerez, 2011). Este enriquecimento se deve ao excedente de alimentos e à excreção e resíduos metabólicos dos peixes que irão aumentar a disponibilidade de carbono orgânico, nitrogênio e fósforo no ambiente (Holmer et al., 2013). Em geral, a matéria orgânica se acumula abaixo das gaiolas de criação (Sanz-Lázaro et al., 2011), aumentando a atividade microbiana e o consumo de oxigênio. Essa atividade também tem como produtos finais compostos tóxicos para a biota, como sulfetos e metano (Emerson et al., 2011; Sanz-Lázaro & Marín, 2011).

Os teores de carbono orgânico no sedimento, apesar de não terem variado nem no espaço nem no tempo, foram mais altos do que o registrado em outros estudos de impacto ambiental da aquicultura, inclusive com níveis de produção e tempo de operação das fazendas maiores aos do presente estudo. Apostolaki et al. (2007) encontraram valores máximos de 2,58 % de carbono no sedimento de três fazendas no Mar Mediterrâneo, com mais de sete anos de operação e produção de 260-1.550 toneladas/ano. Em outro estudo no Mediterrâneo, Ruiz et al. (2001) encontraram valores máximos de 1,9% de matéria orgânica no sedimento abaixo de uma fazenda com cinco anos de operação e produção anual de 700 a 800 t. Forchino et al. (2011) encontraram concentrações de matéria orgânica no sedimento próximas as do presente estudo (9,09 a 11,18%), no entanto, a produção anual desta fazenda era de cerca de 100 toneladas.

O resultado da análise dos componentes principais indicou que o padrão de separação dos momentos de coleta está relacionado ao aumento da concentração de nitrogênio total e diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e nos valores de temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a* nas coletas intermediária e final. Utilizando o mesmo conjunto de dados ambientais deste estudo, Klein (2012) sugere que as chuvas que ocorrem na região durante o inverno, contribuem com o aporte de

nutrientes do continente para o oceano. Esta autora ressalta a relativa proximidade da fazenda marinha com a desembocadura do rio Capibaribe e seus afluentes (aproximadamente 6 km), sendo uma provável fonte de nitrogênio, já que este estuário é considerado hipereutrófico (Travassos et al., 1995). Desta forma, as alterações encontradas poderiam estar mais fortemente relacionadas à vazão do rio Capibaribe e não tanto com a criação de beijupirá (Klein, 2012). Porém, é pequena a possibilidade de que o aporte de nutrientes e matéria orgânica proveniente do rio Capibaribe tenha sido o responsável pelas alterações nos parâmetros ambientais e na estrutura dos Polychaeta devido às correntes marinhas predominantes na região. Elas tiveram direção predominante norte-nordeste, o que levaria a descarga do rio para o lado oposto à fazenda marinha.

Assim, poderia ser cogitada a influência do estuário de Barra de Jangada, (8°15'00", 8°12'00" S e 34°56'00", 34°57'00" W), formada pelos rios Pirapama e Jaboatão, já que o mesmo está situado à Sudoeste da fazenda marinha, principalmente porque as vazões médias do rio Pirapama foram mais altas que as do Capibaribe. Porém, a pequena vazão dos rios de Pernambuco faz com que haja pouca ou nenhuma influência na plataforma continental rasa (entre 20 e 40 metros de profundidade) (Coelho et al., 2004). Apesar disso, é importante não descartar a hipótese de influência dos rios porque eventos de alta pluviosidade em um curto espaço de tempo podem, eventualmente, aumentar a descarga de tal forma que o aporte de nutrientes e matéria orgânica possa vir a afetar a região em questão.

As famílias de Polychaeta sofreram alterações significativas em diferentes descritores da comunidade quando comparados os diferentes momentos de coleta, diminuindo os índices de diversidade e equitatividade, aumentando a dominância e alterando ainda a composição e abundância. Estes resultados são similares aos de Giangrande et al. (2005), que afirmam que efeitos de estresse nos organismos bentônicos incluem aumento na produção, especialmente ligado à eutrofização; decréscimo do número de espécies acompanhado de aumento no número de indivíduos; redução na diversidade e aumento na dominância de espécies oportunistas, considerando-se oportunistas aquelas capazes de proliferar após um aumento da matéria orgânica (Pearson & Rosenberg, 1978). Mudanças na composição de espécies em locais impactados foram observadas em um estudo sobre os efeitos da descarga de esgoto na biodiversidade dos Polychaeta no mar Mediterrâneo (Terlizzi et al., 2002). No local impactado, houve um decréscimo no número de espécies com pouquíssimas espécies

abundantes e frequentemente exclusivas. Segundo esses autores, essa é uma tendência característica dos Polychaeta situados em locais de substrato não consolidado sob distúrbio.

O grau de tolerância à poluição varia entre espécies. Portanto, algumas delas decrescem em abundância (sensíveis) e outras se beneficiam da mudança nas condições ambientais, aumentando sua abundância (tolerantes ou oportunistas) (Warwick, 1988a). Vários autores (Giangrande et al., 2005; De-La-Ossa-Carreteiro et al., 2012; Omena et al., 2012; Martinez-Garcia et al., 2013) utilizam essa classificação para as famílias de Polychaeta submetidas aos efeitos de enriquecimento orgânico provenientes de fontes diversas, inclusive à maricultura (Tabela 3).

As famílias de Polychaeta consideradas tolerantes são aquelas que permanecem nas regiões sujeitas ao impacto, muitas vezes se proliferando, enquanto as sensíveis desaparecem ou sua abundância é drasticamente reduzida (Martinez-Garcia et al., 2013).

As famílias Dorvilleidae e Nereididae são descritas como indicadoras de poluição (Méndez et al., 1998; Lee et al., 2006; Belan, 2003), pois, em geral, ocorrem em áreas impactadas (Pagliosa, 2005) ou sujeitas a níveis intermediários de impacto (Pearson & Rosenberg, 1978). Essas características seriam condizentes com o comportamento da família Dorvilleidae neste estudo, já que sua abundância aumentou com o passar das coletas. Por outro lado, a abundância da família Nereididae diminuiu da coleta inicial para a intermediária, e aumentou desta para a coleta final, apresentando o comportamento inverso ao acima citado.

As Paraonidae apresentaram comportamento similar a Nereididae, diminuindo os valores de abundância na coleta intermediária e aumentando na final. Alguns autores citam que essa família inclui espécies típicas de áreas não poluídas (Pagliosa, 2005) ou espécies consideradas indicadoras de condições normais (Méndez et al., 1998). Assim, a redução de sua abundância neste estudo pode estar relacionada ao enriquecimento orgânico.

Tabela 3. Famílias de Polychaeta tolerantes ou sensíveis ao enriquecimento orgânico proveniente de diferentes atividades antrópicas.

Table 3. Families of Polychaeta tolerant or sensitive to organic enrichment from different anthropogenic activities.

Fonte	Local	Origem do enriquecimento	Tolerante ou oportunista	Sensível
-------	-------	--------------------------	--------------------------	----------

De-La-Ossa-Carreteiro et al. (2012)	Costa leste da Península Ibérica (Espanha)	Esgoto	Syllidae, Dorvilleidae, Phyllodocidae, Hesionidae, Nereididae, Eunicidae	Syllidae, Dorvilleidae, Nereididae, Eunicidae
Martinez-Garcia et al. (2013)	Costa da Espanha	Piscicultura	Dorvilleidae, Nereididae	Paraonidae
Giangrande et al. (2005)	Praia no Mar Mediterrâneo (Itália)	Esgoto	- x -x -	Syllidae
Kelley et al. (2012a)	Marlborough Sounds (Nova Zelândia)	Piscicultura	Hesionidae, Syllidae	Syllidae, Phyllodocidae, Hesionidae, Paraonidae
Borja et al. (2000)	Costa norte da Espanha	Atividades antrópicas	Nereididae, Hesionidae, Dorvilleidae, Paraonidae	Polygordiidae, Paraonidae, Phyllodocidae, Goniadidae, Eunicidae, Hesionidae, Magelonidae, Dorvilleidae, Serpulidae, Syllidae
Omena et al. (2012)	Praia arenosa na Baía de Guanabara, RJ	Esgoto	Dorvilleidae, Hesionidae, Nereididae, Phyllodocidae	Paraonidae, Hesionidae, Goniadidae, Eunicidae, Dorvilleidae, Syllidae, Serpulidae, Pisionidae, Phyllodocidae, Nereididae
Tomassetti & Porrelo (2005)	Mar Tirreno (Costa oeste da Itália)	Piscicultura	Phyllodocidae, Nereididae, Dorvilleidae	Maldanidae, Eunicidae, Serpulidae, Paraonidae
<i>Presente estudo</i>	<i>Plataforma continental de Pernambuco</i>	<i>Piscicultura</i>	<i>Syllidae, Dorvilleidae, Phyllodocidae, Goniadidae, Hesionidae, Eunicidae, Pisionidae, Polygordiidae, Serpulidae, Magelonidae</i>	<i>Nereididae, Paraonidae</i>

As famílias Phyllodocidae e Goniadidae são, em geral, indiferentes ao enriquecimento orgânico, estando presentes em baixas densidades com variações não significativas ao longo do tempo (Borja et al., 2000; Keeley et al., 2012a). Porém, elas

apresentaram um incremento em suas densidades ao longo do tempo neste estudo, se comportando como tolerantes ao enriquecimento. As famílias Eunicidae, Pisionidae e Hesionidae possuem as mesmas características das duas famílias supracitadas, porém só tiveram um incremento na densidade na coleta intermediária, enquanto que na coleta final, suas densidades decresceram ao ponto de terem valores menores do que na inicial.

A família Polygordiidae é considerada muito sensível ao enriquecimento orgânico, estando presente em locais em que não existe nenhum tipo de distúrbio (Borja et al., 2000). Essa característica, porém, não condiz com o observado, já que esta família ocorreu em alta densidade e apenas na coleta intermediária. As famílias Serpulidae e Magelonidae apresentam espécies que têm preferência por áreas pouco impactadas (Pagliosa, 2005). Neste estudo, estas famílias foram registradas apenas nas coletas intermediária e final.

Syllidae foi a família dominante, com a densidade aumentando ao longo do período de criação do beijupirá. Essa família é considerada sensível ou indiferente ao enriquecimento orgânico, típica de sistemas estáveis e zonas pouco alteradas onde abundam espécies de níveis tróficos altos (Giménez-Casalduero et al., 2001). Neste estudo, porém, ela foi considerada tolerante. Essa família é conhecida por ser altamente sensível à poluição ou a qualquer outro tipo de estresse, decrescendo em número de espécies e indivíduos ou desaparecendo completamente (Giangrande et al., 2004). Apesar de ser uma das famílias mais diversas, contendo aproximadamente 667 táxons distribuídos em uma gama de habitats (San Martín, 2005a), formas oportunistas são raras neste grupo. Há apenas cinco espécies com comportamento oportunista em situações de estresse registradas na literatura: *Autolytus benazzii*, *Anoplosyllis edentula*, *Syllis hyalina*, *S. gracilis* e *S. prolifera* (Cognetti & Varriale, 1971; Bellan, 1980; Giangrande, 1988; Cognetti & Maltagliati, 2000; Giangrande et al., 2005).

Muitas espécies têm sido identificadas como associadas a condições de estresse, ou de poluição, mas em geral essas mesmas espécies são encontradas também em ambientes não poluídos (Rygg, 1985; Hily & Glémarec, 1990; Bellan, 2013). Apesar de a literatura ter registros para algumas famílias, as respostas ao impacto são muito específicas para cada situação e é comum ocorrer diferenças ou inconsistências entre resultados para algumas famílias. Além disto, este estudo é pioneiro, não havendo conhecimentos prévios na área, nem em relação à maricultura e nem quanto aos Polychaeta, o que dificulta o entendimento do comportamento da fauna. Os resultados encontrados poderão servir, portanto, como referência nessa área de estudo.

Desta forma, os resultados indicam alterações nas variáveis ambientais e na estrutura da comunidade das famílias de Polychaeta na área de criação de beijupirá ao longo do tempo de estudo, as quais podem ser consideradas de impacto moderado. Estas alterações foram significativas em escala temporal, não espacial, ou seja, entre os momentos de coleta, não havendo variabilidade entre estações de amostragem.

A ausência de diferenças entre estações pode estar relacionada ao delineamento amostral deste estudo, especialmente considerando que a direção e velocidade das correntes marinhas não foram constantes. A área em questão apresenta características de elevado hidrodinamismo, com granulometria grosseira e baixa proporção de sedimentos finos. Além disso, as informações disponíveis sobre circulação oceânica na plataforma continental da região nordeste do Brasil, indicam que os valores observados neste estudo são relativamente altos. O valor máximo de velocidade de corrente registrado foi de $0,78 \text{ m.s}^{-1}$, enquanto Madruga Filho (1999) e Rollnic (2002) encontraram valores máximos na plataforma continental de Pernambuco de $0,32$ e $0,50 \text{ m.s}^{-1}$, respectivamente. Em outras regiões, como no Mar Mediterrâneo, as velocidades de corrente próximas às fazendas de piscicultura não ultrapassam $0,30 \text{ m.s}^{-1}$ (Borja et al., 2009; Forchino et al., 2011).

Em vista disso, pode ter havido dispersão de resíduos para locais em que amostragens não foram realizadas, fazendo-se necessário que o delineamento de estudos de impacto, assim como do monitoramento ambiental, contemplem estações de amostragem que abranjam ao menos quatro direções ao redor da fazenda marinha, que sejam localizadas em intervalos progressivos de distâncias, como ocorreu neste estudo, mas que incluam distâncias maiores que 200 m, além de ter mais de um ponto de referência (Gray & Elliott, 2009). Além disso, é imperativo que o monitoramento da velocidade e direção das correntes seja realizado durante todo o ano e, preferencialmente, ao anteceder toda e qualquer iniciativa de implantação de piscicultura marinha em gaiolas flutuantes.

Outra possível razão para a ausência de diferenças entre as estações de coleta pode ter sido a pouca sensibilidade das análises da macrofauna, uma vez que estas foram realizadas ao nível de família. Muitos autores investigaram a utilização de níveis taxonômicos mais altos em trabalhos que utilizam organismos bentônicos como indicadores de impactos e monitoramento de ambientes marinhos (Olsgard et al., 1998; Warwick, 1988a,b; Olsgard & Sommerfield, 2000). Níveis taxonômicos maiores do que espécie, como família, ordem e até mesmo filo, podem refletir o efeito de uma

perturbação ambiental de origem antrópica ainda melhor do que a nível de espécies (Bevilacqua et al., 2009). Dessa forma, se evitariam identificações taxonômicas longas e imprecisas que custam tempo e dinheiro (Olsgard & Somerfield, 2000). Os resultados de diferentes estudos mostram que, algumas vezes, diferenças na estrutura da comunidade bentônica entre os locais impactados e os de referência (controle) podem ser menos evidentes ao usar uma diminuição do nível de resolução taxonômica (Somerfield & Clarke, 1995; Olsgard et al., 1998), havendo uma perda de informações especialmente quando aplicadas medidas de biodiversidade (Giangrande, 2003; Terlizzi et al., 2003). A questão principal é que quanto maior a riqueza específica, maior a perda de informações em nível taxonômico alto e menor a capacidade de detectar alterações no ambiente. Neste estudo, a resolução ao nível de família foi considerada sensível o suficiente para demonstrar alterações entre os momentos de coleta, concluindo que um refinamento taxonômico só iria enfatizar os resultados encontrados e, talvez, identificar algum gradiente espacial de enriquecimento orgânico ao se distanciar da área da fazenda marinha.

Estudos de monitoramento ambiental podem ser otimizados utilizando não apenas os dados de invertebrados em grandes níveis taxonômicos, como é proposto pelo conceito da suficiência taxonômica, mas também escolhendo um grupo de grande representatividade nas amostras e fazendo o refinamento taxonômico (Giangrande et al., 2005). No caso deste estudo, a família mais abundante foi a Syllidae. Esta família é apropriada para estudos ecológicos não apenas por ser taxonomicamente bem conhecida, como também por ser sensível a fortes distúrbios, decrescendo em abundância ou desaparecendo completamente sob diferentes fontes de impacto negativo (Licher, 1999; San Martin, 2005b). Neste estudo, porém, esta família teve maior abundância com o passar do tempo. Caso parecido ocorreu em algumas praias da Baía da Guanabara, RJ, sujeitas ao aporte de efluentes urbanos, consideradas como leve a moderadamente poluídas, em que houve uma predominância de algumas espécies dessa família (Omena et al., 2012).

Apesar de não haver registros sobre as espécies de Polychaeta no local de estudo, a família Syllidae reconhecidamente tem um elevado número de espécies, o que poderia diminuir a sensibilidade das análises utilizando famílias. Porém, ao realizar análises de MDS e de similaridade para o conjunto de dados de densidade das famílias, excluindo a Syllidae, não foram encontradas diferenças significativas entre as estações de coleta. Ainda assim, sugere-se que posteriormente seja realizado um refinamento taxonômico

dessa família, por ter sido a mais abundante em todas as situações de coleta, de modo a complementar e melhorar o entendimento sobre a influência desta atividade na comunidade bentônica, principalmente a fim de verificar se houve variação entre as estações de coleta, já que, ao nível de família, não foi possível detectar.

Sugere-se ainda que, em estudos futuros, outras variáveis ambientais sejam mensuradas no sedimento, como potencial redox, nitrogênio total, fósforo e sulfatos. Em ambientes costeiros, os invertebrados bentônicos estão estreitamente relacionados com a granulometria do sedimento, sendo um pré-requisito para o entendimento da estrutura e dinâmica da população (Snelgrove & Buttmann, 1994). Neste estudo, a coleta de sedimento para a análise granulométrica foi realizada em apenas um momento de coleta, impossibilitando verificar se houve alterações na granulometria ao longo do tempo. Acompanhar a variação do tipo de sedimento é importante porque este é um fator determinante na estrutura da comunidade bentônica (Karakassis & Eleftheriou, 1997) e pode ser usado como um indicador sensível para o monitoramento de ambientes afetados pelo enriquecimento orgânico (Pearson & Rosenberg, 1978; Carvalho et al., 2006). Sedimentos de diferentes tipos e tamanhos podem favorecer ou não os efeitos produzidos pelo enriquecimento orgânico, indiretamente modificando a estrutura e diversidade da macrofauna (Papageorgiou et al., 2010; Holmer et al., 2013). Sugere-se, então, que sejam realizadas amostragens para esse parâmetro em todos os momentos de coleta e que haja repetições em cada estação para que análises estatísticas possam ser realizadas.

Em estudo paralelo a este, Klein (2012) concluiu que a criação de beijupirá em gaiolas flutuantes não impactou negativamente a qualidade da água. Segundo esta autora, a alta velocidade das correntes marinhas serviria como dissipador dos nutrientes dissolvidos e do material orgânico. Segundo Sarà (2007a), impactos significativos sobre a qualidade de água ocorrem mais comumente em ambientes com reduzida hidrodinâmica. Domínguez et al. (2001) sugerem que correntes com velocidade média de $0,06 \text{ m.s}^{-1}$ podem ser suficientes para dispersar resíduos sólidos.

A análise da comunidade bentônica aparentou ser um indicador mais "potente" dos efeitos negativos da piscicultura em mar aberto do que a análise de variáveis de qualidade de água. Alston et al. (2005) concordam que, em estudos de impacto ambiental em ambientes de mar aberto, caracterizados por alta hidrodinâmica, o foco deve ser nas análises de sedimento devido às partículas orgânicas se depositarem neste ambiente. Utilizar a macrofauna para visualizar efeitos de estresse no sedimento seria

mais útil do que utilizar apenas análises físico-químicas, como os clássicos programas de monitoramento o fazem, porque estes refletem apenas condições no momento da amostragem, enquanto a macrofauna demonstra os efeitos cumulativos ao longo do tempo (Omena et al., 2012).

Embora se desconheçam as razões dos altos teores de carbono no sedimento neste estudo, já que a produção final e o tempo de operação da fazenda marinha foram relativamente pequenos, além da área ser de elevado hidrodinamismo. Dependendo da velocidade das correntes, até fazendas marinhas com altos níveis de produção causam pouca ou nenhuma alteração na concentração de nutrientes da coluna d'água, devido à capacidade de dispersão das correntes (Dominguez et al., 2001). Uma possível explicação seria a baixa qualidade da ração utilizada. A ração é um fator determinante para a qualidade dos efluentes, pois a utilização de ração de boa qualidade, com balanceamento nutricional adequado, estabilidade na água e ingredientes com alta digestibilidade, podem diminuir o impacto do aporte de nutrientes para o ambiente (Cho & Bureau, 2001). Ao longo desse estudo, problemas com a qualidade da ração foram observados em várias oportunidades (Cavalli et al., 2011). Por vezes, a ração apresentava fungos, baixa estabilidade na água e flutuando (para este tipo de criação, a ração deve ser do tipo “slow sinking”, ou seja, afunda lentamente para que todos os peixes, próximos ou não à superfície da água, tenham acesso ao alimento). Dessa forma, a baixa qualidade da ração pode ter sido um dos fatores que contribuiu para um maior aporte de nutrientes.

Embora ainda existam lacunas em relação à influência da maricultura no meio ambiente, esta atividade tem uma importância cada vez maior como produtora de alimentos no mundo. O Brasil tem alto potencial para se tornar um grande produtor. Para que isso ocorra, práticas de manejo visando minimizar o impacto ambiental devem ser objetivo primordial de produtores e regulamentadores da aquicultura, para que a mesma se desenvolva de forma sustentável, favorecendo assim o seu estabelecimento como atividade de importância comercial. Alternativas para diminuir o impacto desta atividade no ambiente devem ser utilizadas, como o uso de rações nutricionalmente balanceadas e palatáveis, o que aumenta o consumo, e mais digestíveis, o que reduziria a liberação de nutrientes. A aquicultura multitrófica integrada com algas e moluscos bivalves pode reduzir a poluição orgânica na água e auxiliar em processos de sequestro de carbono, ao mesmo tempo em que impulsionam o desenvolvimento socioeconômico (Carvalho et al., 2009).

Baseado nos resultados deste estudo, pode-se concluir que as alterações na estrutura da comunidade de macrofauna bentônica, percebidas através das análises realizadas nos dados das famílias de Polychaeta, ocorreram apenas de forma temporal, não espacial, e que a provável causa dessa variação foi o enriquecimento orgânico do sedimento devido aos resíduos provenientes das gaiolas de criação de beijupirá no litoral de Pernambuco. Sugere-se que, para novos projetos, sejam realizados estudos prévios sobre a caracterização da biota local, principalmente a comunidade bentônica, bem como da qualidade da água e do comportamento das correntes. O monitoramento desses parâmetros deve ser realizado também durante e após a instalação de qualquer empreendimento de piscicultura marinha de modo que seja possível ter uma análise mais precisa de sua influência no ambiente.

REFERÊNCIAS

- Alston, D.E.; Cabarcas, A.; Capella, J.; Benetti, D.D.; Keene-Meltzoff, S.; Bonilla, J.; Cortés, R. Environmental and social impact of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Final report to NOAA. Puerto Rico Governmental Agency Representatives, San Juan, Puerto Rico, February 2, 2005.
- Apostolaki, E.T.; Tsagaraki, T.; Tsapakis, M.; Karakassis, I. Fish farming impact on sediments and macrofauna associated with seagrass meadows in the Mediterranean. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, v. 75, p. 408-416, 2007.
- Belan, T.A. Benthos abundance patterns and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay (the Peter the Great Bay, the Sea of Japan). **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 1111-1119, 2003.
- Bellan, G. Annélides Polychètes de substrat solides de trois milieux pollués sur les côtes de Provence (France). **Téthys**, v. 9; p. 267–278, 1980.
- Bellan, G. Effects of pollution and man-made modifications on marine benthic communities in the Mediterranean: a review. In: Moraitou-Apostolopoulos, M.; Kiortsis, V. (Eds). **Mediterranean marine ecosystems**. Plenum Publ Co, pp 163–188, 2013.
- Bevilacqua, S.; Fraschetti, S.; Musco, L.; Terlizzi, A. Taxonomic sufficiency in the detection of natural and human-induced changes in marine assemblages: A comparison of habitats and taxonomic groups. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 12, p. 1850–1859, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.07.018>.

- Borja, A.; Franco, J.; Perez, V. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 12, p. 1100–1114, 2000.
- Borja, A.; Rodríguez, J.G.; Black, K.; Bodoy, A.; Emblow, C.; Fernandes, T.F.; Forte, J.; Karakassis, I.; Muxika, I.; Nickell, T.D.; Papageorgiou, N.; Pranovi, F.; Sevastou, K.; Tomassetti, P.; Angel, D. Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. **Aquaculture**, v. 293, n. 3-4, p. 231-240, 2009.
- Brusca, R. C.; Brusca, G. J. Invertebrados. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- Carvalho, S.; Barata, M.; Pereira, F.; Gaspar, M.B.; Cancela de Fonseca, L.; Pousão-Ferreira, P. Distribution patterns of macrobenthic species in relation to organic enrichment within aquaculture earthen ponds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 1573–1584, 2006.
- Carvalho, R.A.P.L.F.; Mizuta, D.D.; Suplicy, F.M.; Cyrino, J.E.P.; Lemos, D. Criações nas águas. In.: Oceanos: Origens, transformações e futuro, 2: Geopolítica, pesca e riquezas marinhas. **Scientific American Brasil** - São Paulo: Duetto, 80 p., 2009.
- Cavalli, R.O., Hamilton, S. A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, v.17, n. 104, p. 50-55, 2007.
- Cavalli, R.O.; Domingues, E.C; Hamilton, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 155-164, 2011.
- Chen, Y-S; Beveridge, M.C.M.; Telfer, T.C. Settling rate characteristics and nutrient content of the faeces of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and the implications for modelling of solid waste dispersion. *Aquaculture Research*, 30: 395-398. 1999.
- Cho, C.Y.; Bureau, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 349-360, 2001.
- Coelho, P.A.; Tenório, D.O.; Ramos-Porto, M.; Mello, R.L.S. A Fauna Bêntica do Estado de Pernambuco. In: Eskinazi-Leça, E.; S. Neumann-Leitão; M.F. Costa. (Orgs.). Oceanografia um cenário tropical. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia, 761 pp., 2004.
- Cognetti, G.; Maltagliati, F. Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish-water fauna. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, p. 7–14, 2000.

- Cognetti, G.; Varriale, A.M. Sur une Syllidien des eaux polluées du Port de Livourne: Syllides edentula Claparède. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 12, p. 11–15, 1971.
- Coutinho, P.N. Geologia marinha da plataforma continental Alagoas-Sergipe. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1976. 119 p. Tese de Livre Docência.
- Cruzado, A.; Velásquez, Z.R. Análisis estadístico de la relación fluorescencia/clorofila *a*. **Res. Exp. Cient. B/O Cornide** 3, p. 129-145, 1974.
- Dean, R.J.; Shimmield, T.M.; Black, K.D. Copper, zinc and cadmium in marine cage fish farm sediments: An extensive survey. **Environmental Pollution**, v. 145, p. 84-95, 2007.
- De-la-Ossa-Carretero, J.A.; Simboura, N.; Del-Pilar-Ruso, Y.; Pancucci-Papadopoulou, M.A.; Giménez-Casalduero, F.; Sánchez-Lizaso, J.L. A methodology for applying taxonomic sufficiency and benthic biotic indices in two Mediterranean areas. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 232–241, 2012.
- Del-Pilar-Ruso, Y.; De-La-Ossa-Carretero, J.A.; Giménez-Casalduero, F.; Sánchez-Lizaso, J.L. Effects of a brine discharge over soft bottom Polychaeta assemblage. **Environmental Pollution**, v. 156, p. 240–250, 2008.
- Domínguez, L.M.; Calero, G.L.; Martín, J.M.V.; Robaina, L.R. A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island (Spain). Preliminary results. **Aquaculture**, v. 192, p. 225-231, 2001.
- Fernandez-Gonzalez, V.; Sanchez-Jerez, P. Effects of sea bass and sea bream farming (Western Mediterranean Sea) on peracarid crustacean assemblages. **Animal Biodiversity and Conservation**, v. 34, n. 1, p. 179–190, 2011.
- Forchino, A.; Borja, A.; Brambilla, F.; Rodríguez, J.G.; Muxika, I.; Terova, G.; Saroglia, M. Evaluating the influence of off-shore cage aquaculture on the benthic ecosystem in Alghero Bay (Sardinia, Italy) using AMBI and M-AMBI. **Ecological Indicators**, v. 11, p. 1112-1122, 2011.
- Garren, M.; Smriga, S.; Azam, F. Gradients of coastal fish farm effluents and their effect on coral reef microbes. **Environmental Microbiology**, v. 10, p. 2299 – 2312, 2008.
- Giangrande, A. Polychaete zonation and its relation to algal distribution down a vertical cliff in the western Mediterranean (Italy): a structural analysis. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 120, p. 263–276, 1988.
- Giangrande, A. Biodiversity, conservation and the “Taxonomic impediment”. **Aquatic Conservation**, v. 13, p. 451–459, 2003.

- Giangrande, A.; Delos, A.L.; Musco, L.; Licciano, M.; Pierri, C. Polychaete assemblages of rocky shore along the South Adriatic coast (Mediterranean Sea). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 45, p. 85–95, 2004.
- Giangrande, A.; Licciano, M.; Musco, L. Review: polychaetes as environmental indicators revisited. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 11, p. 1153-1162, 2005.
- Giménez-Casaldueiro, F.; Rodríguez-Ruiz, S.; Vivas, M.; Ramos Esplá, A.A. Variaciones de las características estructurales de la comunidad de poliquetos asociada a dos fondos de maërl del litoral alicantino (sudeste de la península Ibérica). **Bol. Inst. Esp. Oceanogr.**, v. 17, p. 191-201, 2001.
- Gray, J.S.; Elliott, M. Ecology of Marine Sediments: From science to Management. Second edition. Ed. Oxford University Press, 225 pp., 2009.
- Gross, M.D. Carbon determination. In: Carver, R.E. (ed.). Procedures in sedimentary petrology. **Wiley-Interscience**, 1971. p. 573-596.
- Hily, C.; Glémarec, M. Dynamique successionnelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. **Oceanologica Acta**, v. 13, p. 107–115, 1990.
- Holmer, M.; Wildfish, D.; Hardgrave, B. Organic enrichment from marine finfish Aquaculture and effects on sediment biogeochemical processes. In: Morata, T.; Falco, S.; Gadea, I.; Sospedra, J.; Rodilla, M. Environmental effects of marine fish farm of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in the NW Mediterranean Sea on water column and sediment. **Aquaculture Research**, p. 1-16, 2013.
- Karakassis, I., Eleftheriou, A. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. **Marine Ecology Progress Series**, v. 160, p. 185–196, 1997.
- Karakassis, I.; Hatzilyanni, E. Benthic disturbance due to fish farming analyzed under different levels of taxonomic resolution. **Marine Ecology Progress Series**, v. 203, p. 247–253, 2000.
- Keeley, N.B.; Macleod, C.K.; Forrest, B.M. Combining best professional judgement and quantile regression splines to improve characterisation of macrofaunal responses to enrichment. **Ecological Indicators**, v. 12, p. 154–166, 2012a.
- Klein, A.P. Avaliação do impacto ambiental resultante do cultivo de *Rachycentron canadum* em tanques-rede instalados no litoral nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura – FURG. 83 pp. 2012.
- La Rosa, T.; Mirto, S.; Favalaro, E.; Savona, B.; Sarà, G.; Danavaro, R.; Mazzola, A. Impact on the water column biogeochemistry of a Mediterranean mussel and fish farm. **Water Research**, v. 36, p. 713 – 721, 2002.

- Lee, H.W.; Bailey-Brock, J.H.; McGurr, M.M. Temporal changes in the polychaetes infaunal community surrounding a Hawaiian mariculture operation. **Marine Ecology Progress Series**, v. 307, p. 175–185, 2006.
- Licher, F. Revision der Gattung *Typosyllis* Langerhans, 1879 (Polychaeta: Syllidae). Morphologie, Taxonomie und Phylogenie. **Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft**, 551, 1–336, 1999.
- Madruza Filho, J.D. Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e hidrodinâmicos na praia do Paiva, município do Cabo de Santo Agostinho – PE. Recife: Universidade Federal Pernambuco, 1999. 148 p. **Dissertação (Mestrado em Geociências)**.
- Martinez-Garcia, E.; Sanchez-Jerez, P.; Aguado-Giménez, F.; Ávila, P.; Guerrero, A.; Sánchez-Lizaso, J.L.; Fernandez-Gonzalez, V.; González, N.; Gairin, J.I.; Carballeira, C.; García-García, B.; Carreras, J.; Macías, J.C.; Carballeira, A.; Collado, C. A meta-analysis approach to the effects of fish farming on soft bottom polychaeta assemblages in temperate regions. **Marine Pollution Bulletin**, v. 69, p. 165-171, 2013.
- Méndez, N., Flos, J., Romero, J. Littoral soft-bottom polychaetes communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). **Bulletin of Marine Science**, v. 63, p. 167–178, 1998.
- Morata, T.; Falco, S.; Gadea, I.; Sospedra, J.; Rodilla, M. Environmental effects of marine fish farm of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in the NW Mediterranean Sea on water column and sediment. **Aquaculture Research**, p. 1-16, 2013.
- MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. 2011. **Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura** – Brasil 2008-2009. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Pesca e Aquicultura. 99 p.
- Olsgard, F.; Somerfield, P.J.; Carr, M.R. Relationship between taxonomic resolution, macrobenthic community patterns and disturbance. **Marine Ecology Progress Series**, v. 127, p. 25–36, 1998.
- Olsgard, F.; Somerfield, P.J. Surrogates in marine benthic investigations – which taxonomic unit to target? **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**, v. 7, p. 25–42, 2000.
- Omena, E.P.; Lavrado, H.P.; Paranhos, R.; Silva, T.A. Spatial distribution of intertidal sandy beach polychaeta along an estuarine and morphodynamic gradient in an eutrophic tropical bay. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, issue 9, p. 1861–1873, 2012.

- Pagliosa, P.R. Another diet of worms: the applicability of polychaetes feeding guilds as a useful conceptual framework and biological variable. **Marine Ecology**, v. 26, p. 246–254, 2005.
- Papageorgiou, N.; Kalantzi, I.; Karakassis, I. Effects of fish farming on the biological and geochemical properties of muddy and sandy sediments in the Mediterranean Sea. **Marine Environmental Research**, v. 69, p. 326–336, 2010.
- Pearson, T. R.; Rosenberg, R. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, v. 16, p. 229–311, 1978.
- Rygg, B. Distribution of species along pollution-induced diversity gradients in benthic communities in Norwegian fjords. **Marine Pollution Bulletin**, v. 16, p. 469–474, 1985.
- Rollnic, M. Hidrologia, clima de onda e transporte advectivo na zona costeira de Boa Viagem, Piedade e Candeias – Pernambuco. Recife: Universidade Federal Pernambuco, 2002. 111 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia).
- Ruiz, J.M.; Pérez, M.; Romero, J. Effects of fish farm loadings on Seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, n. 9, p. 749–760, 2001.
- Ruppert, E. E.; Fox, R. S.; Barnes, R. D. Zoologia dos Invertebrados. 7ª ed. São Paulo: Roca, 2005.
- San Martín, G. Annelida, Polychaeta II: Syllidae. In: Giangrande, A.; Licciano, M.; Musco, L. Review: polychaetes as environmental indicators revisited. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 11, p. 1153–1162, 2005a.
- San Martín, G. Exogoninae (Polychaeta: Syllidae) from Australia with the description of a new genus and twenty-two new species. **Records of the Australian Museum**, v. 57, p. 39–152, 2005b.
- Sanz-Lázaro, C.; Belando, M.D.; Marín-Guirao, L.; Navarrete-Mier, F.; Marín, A. Relationship between sedimentation rates and benthic impact on Maërl beds derived from fish farming in the Mediterranean. **Marine Environmental Research**, v. 71, p. 22–30, 2011.
- Sanz-Lázaro, C.; Marín, A. Diversity patterns of benthic macrofauna caused by marine fish farming. **Diversity**, v. 3, p. 176 – 199, 2011.
- Sarà, G. Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: a meta-analysis. **Water Research**, v. 41, p. 3187–3200, 2007a.

- Sarà, G. A meta-analysis on the ecological effects of aquaculture on the water column: dissolved nutrients. **Marine Environmental Research**, v. 63, p. 390–408, 2007b.
- Snelgrove, P. V. R.; Buttman, C. A. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 32, p. 111 – 177, 1994.
- Somerfield, P.J.; Clarke, K.R. Taxonomic levels, in marine community studies revisited. **Marine Ecology Progress Series**, v. 127, p. 113–119, 1995.
- Suguio, L. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edusp, 1973. 317p.
- Sutherland, T.F.; Levings, C.D.; Petersen, S.A.; Poon, P.; Piercey, B. The use of meiofauna as an indicator of benthic organic enrichment associated with salmonid aquaculture. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 1249–1261, 2007.
- Terlizzi, A.; Fraschetti, S.; Guidetti, P.; Boero, F. The effects of sewage discharge on shallow hard bottom sessile assemblage. **Marine Pollution Bulletin**, V. 44, p. 544–550, 2002.
- Terlizzi, A., Bevilacqua, S., Fraschetti, S., Boero, F. Taxonomic Sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 556–561, 2003.
- Tomassetti, P.; Porrello, S. Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. **Aquaculture International**, v. 13, n. 1-2, p. 109-128, 2005.
- Travassos, P. E. P. F.; Macedo, S. J. de; Koenig, M. L.; Passavante, J. Z. de O. Biomassa fitoplanctônica do estuário do rio Capibaribe (Recife-Pernambuco- Brasil). **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, v. 38, n. 4, p. 1071-1083, 1995.
- Vita, R.; Marin, A. Environmental impact of capture based bluefin tuna aquaculture on benthic communities in the western Mediterranean. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 4, p. 331-339, 2007.
- Warwick, R.M. Analysis of community attributes of macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. **Marine Ecology - Progress Series**, v. 46, p. 167–170, 1988a.
- Warwick, R.M. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, p. 259–268, 1988b.
- Wentworth C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, p. 377-392, 1922.

Yucel-Gier, G.; Kucuksezgin, F.; Kocak, F. Effects of fish farming on nutrients and benthic community structure in the Eastern Aegean (Turkey). **Aquaculture Research**, v. 38, p. 256 – 267, 2007.

4.1- Normas da Revista - *Brazilian Archives of Biology and Technology* - **BABT**

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

ISSN 1516-8913 *versão impressa*
ISSN 1678-4324 *versão online*

- Informações Gerais
- Organização do manuscrito
- Preparação do manuscrito

Objetivo

O periódico ***Brazilian Archives of Biology and Technology*** - **BABT** publica artigos originais de pesquisa, notas curtas e artigos de revisão nas seguintes áreas: Agriculture, Agribusiness and Biotechnology; Human and Animal Health; Biological and Applied Sciences; Food/Feed Science and Technology; Environmental Sciences; Engineering, Technology and Techniques.

A submissão de um manuscrito ao ***Brazilian Archives of Biology and Technology*** implica que:

- o manuscrito seja apresentado em Inglês. Sugerimos que o manuscrito seja revisado por alguém que tenha o inglês como primeira língua e que, preferencialmente, seja um cientista da área.
- o manuscrito não tenha sido publicado parcial ou integralmente; e não esteja em processo de seleção para publicação em outro periódico e/ou outro idioma.
- a submissão tenha sido aprovada por todos os co-autores e quando necessário, pelas autoridades da instituição onde o trabalho foi desenvolvido;
- a veracidade das informações e das citações bibliográficas é de responsabilidade exclusiva dos autores.

Somente serão aceitas submissões eletrônicas dos artigos, no seguinte endereço: <http://www.babt.tecpar.br>.

Os manuscritos submetidos são pré-avaliados em seu conteúdo quanto à relevância científica e/ou tecnológica e originalidade. Quanto à forma, observando conformidade com as normas, qualidade gramatical e idioma Inglês. Manuscritos aceitos nesta fase serão encaminhados para

revisão dos especialistas, e enviados para julgamento por pelo menos dois *referees*.

Organização do manuscrito

O manuscrito deve ser organizado de acordo com as seguintes categorias: Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Agradecimento, Referências.

Título

Deve ser preciso refletindo claramente o conteúdo do manuscrito.

Resumo

Deve ser preparado da forma mais concisa possível, descrevendo a finalidade e os resultados do estudo.

Palavras-chave

Devem ser apresentados termos ou assuntos que representam o conteúdo do manuscrito que serão utilizados na indexação do artigo.

Introdução

Deve determinar o propósito do estudo, apresentando claramente as justificativas e os objetivos do artigo, oferecendo informações que possibilitem ao leitor avaliar adequadamente os resultados apresentados, especificando quais novos avanços foram alcançados por meio da pesquisa. A introdução não deve conter dados ou conclusões do manuscrito em referência.

Materiais e Métodos Deve oferecer, de forma clara e concisa, informações suficientes para permitir que o estudo seja reproduzido por outros pesquisadores. Técnicas padronizadas não precisam ser descritos em detalhes.

Resultados e Discussão Podem ser apresentados separadamente ou de forma combinada.

Resultados

Deve oferecer uma descrição concisa dos resultados obtidos nas experiências necessárias para sustentar as conclusões da pesquisa. A seção pode ser dividida em subseções, cada uma com um subtítulo. Não repetir no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações, utilizando-as somente quando necessário.

Discussão

Deve limitar-se a importância das novas informações, relacionando-as ao conhecimento já existente. Somente as citações indispensáveis devem ser incluídas.

Conclusões

As principais conclusões devem ser apresentados de forma clara e concisa.

Agradecimento

Deve ser breve, utilizada para agradecer/citar pessoas, bolsas, projetos e apoio recebido de organismos de fomento. Os nomes de organizações de financiamento devem ser escritos na íntegra. Esta seção é opcional.

Referências

Devem ser apresentadas somente as citações que constam no texto, sendo referenciadas e organizadas em ordem alfabética, considerando o sobrenome do primeiro autor. Resultados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências.

Preparação do manuscrito

O manuscrito deve ser preparado em uma coluna, com no máximo 12 páginas para manuscritos originais e de revisão; 2 a 4 páginas para notas curtas (incluindo tabelas, gráficos, figuras, imagens e referências), em formato MS-Word (.doc), espaçamento simples, papel tamanho A-4 (210x297cm), com margens (2,5cm esquerda, direita 2,0 cm, superiores e inferior 3,0 cm). Todo artigo deve ser escrito em Fonte Times New Roman.

***Salvar o arquivo em formato doc. Não enviar arquivos docx.** **O periódico é publicado somente em escala de cinza.

Título (Fonte 18 e Negrito) Com iniciais em maiúscula com até 250 caracteres.

Título resumido: com até 40 caracteres (letras e espaços).

Autores e afiliação institucional Não devem constar informações que identifique autoria, endereço institucional ou endereço eletrônico, pois essas informações serão cadastradas no momento da submissão do manuscrito.

Resumo (Fonte 12 e Negrito) Texto - Fonte 10, itálico com até 200 palavras (100 palavras para notas curtas). Para nomes científicos o estilo da fonte deve ser normal, destacando-se no texto.

Palavras-chave (Fonte 10 e Negrito) Fonte 10, separadas por vírgula e sem ponto final

Devem ser fornecidos no mínimo 3(três) e no máximo 6(seis) termos.

INTRODUCTION (Fonte 12, negrito e caixa alta) Texto - Fonte 11, coluna única, espaço simples e sem recuo nos parágrafos.

MATERIAL AND METHODS (Fonte 12, negrito e caixa alta) Texto - Fonte 11, uma coluna, espaço simples e sem recuo nos parágrafos. Títulos e Subtítulos utilizar os seguintes níveis:

- primeiro nível - Outras seções podem ser criadas: letras maiúsculas, fonte 12, negrito.
- segundo nível: somente a primeira letra da palavra em maiúscula, fonte 11, negrito.
- terceiro nível: somente a primeira letra da palavra em maiúscula, fonte 11, itálico.

RESULTS AND DISCUSSION (Fonte 12, negrito e caixa alta) Texto - Fonte 11, espaço simples e sem recuo nos parágrafos. **CONCLUSIONS (Fonte 12, negrito e caixa alta)**

Texto - Fonte 11, com até 100 palavras.

ACKNOWLEDGMENTS (Fonte 12, negrito e caixa alta) Texto - Fonte 11, espaço simples e sem recuo nos parágrafos.

REFERENCES (Fonte 12, negrito e caixa alta) Texto - Fonte 10, com recuo especial deslocamento 0,3cm.

Os títulos dos periódicos devem ser abreviados, podendo ser consultado uma das listas de abreviaturas:

- Biological Journals and Abbreviations
- Index Medicus - abbreviations of journal titles Para abreviatura dos títulos de periódicos nacionais e latino-americanos:
- Biblioteca Virtual em Saúde

- Para citação, usar o sobrenome do autor e a data:

Um autor: Bacila (1946) ou (Bacila 1946).

Dois autores: (Maack and Bodziak 1946) ou Maack and Bodziak (1946).

Três ou mais autores: Sobrenome do primeiro autor seguido de et al. Bacila et al. (1946) ou (Bacila et al. 1946).

Obs: mais de uma referência do mesmo autor (s) no mesmo ano, devem ser identificadas pelas letras 'a', 'b', 'c', etc, colocada após o ano de publicação. (Bacila et al. 1910a) e (Bacila et al. 1910b) e. (Bacila et al. 1910c).

- Lista de referências: A lista completa de referências, no final do artigo, deve seguir o estilo Vancouver (http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Journal Article Autor(es) do artigo. Título do artigo. Título do periódico abreviado em itálico. Data de publicação; volume (número/suplemento): página inicial-final do artigo.

Exemplos:

- *Um autor até seis autores:* Pandey A. Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.* 1992; 27: 109-117.

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected

patients. *N Engl J Med*. 2002; 347(4): 284-7.

- *Mais de seis autores*: (list the first six authors followed by "et al.") Arakaki AH, Vandenberghe LPS, Soccol VT, Masaki R, Rosa Filho EFda, Gregório A, et al. Optimization of Biomass Production with Copper Bioaccumulation by Yeasts in Submerged Fermentation. *Braz Arch Biol Technol*. 2011; 54(5): 1027-1032.

Web article Autor(es) do artigo. Título do artigo. Título do periódico abreviado em itálico [periódico na Internet]. Data da publicação [data de acesso]; volume(número): número de páginas. Disponível em: Endereço do site.

Exemplo:

Nandan A, Gaurav A, Pandey A, Nampoothiri KM. Arginine specific aminopeptidase from *Lactobacillus brevis*. *Braz Arch Biol Technol*[Internet]. 2010 [cited 2011 Oct. 19]; 53 (6): 1443-1450. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S151689132010000600021&lng=pt&nrm=iso&tlng=en

Thesis

Autor. Título do trabalho [tipo do documento]. Cidade de publicação: Editora; Ano de defesa do trabalho. Exemplo: Chang CW. Effect of fluoride pollution on plants and cattle [PhD Thesis]. Varanasi, India: Banaras Hindu University; 1975.

In books Authors. Book title. Edition. City: Publisher; Year.

Exemplo:

Bacila M. Bioquímica Veterinária. 2nd ed. São Paulo: Robe; 2003.

Chapter in book Authors. Chapter Title. In: Editors. Book title. Edition. City: Publisher; Year. Pages of citation.

Exemplo:

Tengerdy RP. Solid substrate fermentation for enzyme production. In: Pandey A, editor. *Advances in Biotechnology*. New Delhi: Educational Publishers & Distributors; 1998. p. 13-16.

In conferences Autor(es) do trabalho. Título do trabalho apresentado. In: editor(es) responsáveis pelo evento (se houver). Título do evento: *Proceedings* ou *Anais* do ... título do evento; data do evento; local do evento. Cidade de publicação: Editora; Ano de publicação. Página inicial-final do trabalho.

Exemplo:

Gazda TL, Dittrich JR, Oikawa M G, Thomaz-Soccol V. Helminthes sheep distribution in the pasture: effect of the species and height of the plants. In: IX World Conference on Animal Production: *Proceedings: Contributed papers-abstracts*; 2003 Oct; Porto Alegre, Brazil. Porto Alegre: World Association of Animal Production: ALPA: SBZ: UFRGS; 2003. v. 2. p. 102-104.

Part of Website/ homepage Autor(es) da *homepage* (se houver). Título [homepage na Internet]. Cidade: instituição; data(s) de registro [data da última atualização com a expressão "atualizada em"; data de acesso com a expressão "acesso em"]. Título da parte da *homepage*. Disponível em: Endereço do *site*.

Example:

The family impact of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) [Internet]. 2009 Nov 1 [updated 2010 Jan 1; cited 2010 Apr 8]. Available from: <http://www.virtualmedicalcentre.com.au/healthandlifestyle.asp?sid=192&title=T>

he-Family-Impact-of-Attention-Deficit-Hyperactivity-Disorder-%28ADHD%29&page=2.

Lista dos novos ingredientes aprovados [Internet]. 2009 May [updated 2009 Mayo; cited 2011 Oct.20]. Available from: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_ingredientes.htm.

Homepage/Web site Autor(es) da *homepage* (se houver). Título da *homepage* [*homepage* na Internet]. Cidade: instituição; data(s) de registro* [data da última atualização com a expressão "atualizada em"; data de acesso com a expressão "acesso em"]. Disponível em: Endereço do *site* com a expressão.

Example:

Ciiagro Online [homepage on the internet]. São Paulo: Instituto Agrônômico; c1988-2003 [cited 2007 Apr. 10]. Available from: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>.

UNIDADES E ABREVIATURAS O sistema SI deve ser utilizado. No caso de outras unidades, estas devem ser adicionadas em parênteses. Somente as abreviaturas padrões para as unidades devem ser usadas. Pontos não devem ser incluídos nas abreviaturas, também devem ser usados '%' e '/' no lugar de 'porcento' e 'per'.

TABELAS

Devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e inseridas em local apropriado no texto. Um título breve e descritivo deve constar acima de cada tabela e as explicações colocadas abaixo como legenda.

Formatação de Tabelas: - Fonte Times New Roman 10, título e conteúdo.
- Fonte Times New Roman 9, notas de rodapé.
- Largura 16,5 cm. - Linhas verticais e diagonais não devem ser usadas em tabelas.
- As tabelas devem ser elaboradas e editadas em células, utilizando os recursos do editor de texto. Obs: Não são aceitas tabelas em formato de figura jpg, tif ou png ou que contenham linhas desenhadas.

FIGURAS

Devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e citadas no texto em ordem numérica.

- Partes de figura devem ser indicadas por letras maiúsculas (A, B, C, etc.).
- As figuras devem ser apresentadas em escala de cinza, nítidas e com alto contraste.
- Letras e números devem ter tamanho legível após a redução ou a impressão, usar as seguintes fontes: Arial ou Times New Roman.
- A imagem deve ajustar-se a largura (16,5 cm) da página, e deve ser menor que a página para permitir a inclusão da legenda.

As ilustrações devem ser citadas no texto com a palavra "Figure", sem ser abreviada quando forma parte de uma frase. Quando aparece entre parênteses, deve ser abreviada '(Fig.)'.

O arquivo de texto contendo o artigo final a ser submetido não deve exceder 400kB.

- Taxas: a revista não cobra taxas para publicação.
- Provas: Após diagramação, o manuscrito é convertido em pdf (prova tipográfica) e encaminhado aos autores para aprovação. As provas devem retornar para a Produção Editorial na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não serão aceitas nesta fase.

Manuscripts and all correspondence should be sent to the Editor:

Prof. Dr. Carlos R. Soccol **Brazilian Archives of Biology and Technology**

Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader 3775-CIC 81350-010 Curitiba-PR, Brazil
Tel.: +55-41-3316-3012/3316-3052
Fax +55-41-3346-2872
Email: babt@tecpar.br

