

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA REGIÃO DA ILHA DA RESTINGA, CABEDELÓ, PARAÍBA, COMO SUBSÍDIO PARA A IMPLANTAÇÃO DE OSTREICULTURA DA *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* (GUILDING 1828)

ANDRÉA BEZERRA CAVALCANTI^{1*}, MARIA CRISTINA CRISPIM¹

¹ Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba

** Autor para correspondência: lgfixa@hotmail.com*

Recebido em 27 de maio de 2016. Aceito em 31 de julho de 2018. Publicado em 28 de dezembro de 2018.

RESUMO - A aquicultura extensiva está condicionada ao diagnóstico da qualidade ambiental. Assim, a qualidade e a produtividade do pescado vão depender da qualidade do ambiente. O presente trabalho objetivou analisar alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos, em três pontos da Ilha da Restinga, para testar a hipótese de que é um local propício à ostreicultura, por ser um ambiente natural de fixação de ostras nativas. Os resultados apontam para a possibilidade de cultivo em toda a Ilha da Restinga, em virtude da boa qualidade de água e das demais condições ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: OSTREICULTURA, ESTUÁRIO, AQUICULTURA, ESTUDOS AMBIENTAIS.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE RESTINGA ISLAND REGION, CABEDELÓ, PARAIBA, AS A SUBSIDY FOR AN IMPLANTATION OF OSTREICULTURE OF *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* (GUILDING 1828)

ABSTRACT - The extensive aquaculture is conditioned to the diagnosis of environmental quality. Thus, the quality and productivity of fish will depend on the quality of the environment. This study aimed to analyze some physical, chemical and biological parameters, in three points of the island of Restinga, to test the hypothesis that it is a propitious place to oyster farming, since it's a fixation natural environment of native oysters. The results point to the possibility of cultivation throughout the island of Restinga, because of its good water quality and other environmental conditions.

KEYWORDS: OYSTER, ESTUARY, AQUACULTURE, ENVIRONMENTAL STUDIES.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA REGIÓN DE LA ISLA RESTINGA, CABEDELÓ, PARAÍBA, COMO SUBSIDIO PARA IMPLANTACIÓN DE OSTREICULTURA DE LA *CRASSOSTREA RHIZOPHORAE* (GUILDING 1828)

RESUMEN - La acuicultura extensiva está sujeta a la diagnosis de la calidad ambiental. Por lo tanto, la calidad y productividad de los peces dependerá de la calidad del medio ambiente. Este estudio tuvo como objetivo analizar algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, en tres puntos de la isla de Restinga, para poner a prueba la hipótesis de que es un lugar propicio para el cultivo de ostras, siendo un ajuste del entorno natural de ostras nativas. Los resultados apuntan a la posibilidad de cultivo a lo largo de la isla de Restinga, debido a la buena calidad del agua y otras condiciones ambientales.

PALABRAS CLAVE: OSTRAS, ESTUARIOS, LA ACUICULTURA, ESTUDIOS AMBIENTALES.

INTRODUÇÃO

Os estuários são regiões de alta produtividade, recebem grande carga nutrientes, carregados pelo rio; são áreas de transição de muitos organismos, em algum estágio da vida, área de reprodução e berçário de muitas espécies marinhas; de importante índice de fixação de carbono; são ambientes ricos em biodiversidade, apesar da variabilidade ambiental que sofrem por conta da interferência das marés.

A produção de organismos aquáticos, em ambientes _relativamente_ controlados, por meio de técnicas específicas, atualmente encontra-se em expansão, abrange e influencia diversas dimensões sociais, econômicas, ambientais e políticas.

O cultivo de moluscos representa uma expressiva parcela da produção mundial de produtos pesqueiros, em especial por apresentar facilidade de engorda e de captação de sementes (fase juvenil), manuseio e índice de rentabilidade atrativo, sendo uma alternativa à pesca artesanal, podendo propiciar, aos extrativistas, maior independência dos estoques naturais, que não se renovam na mesma velocidade da extração.

DRUKER (2000) refere-se à aquicultura como uma revolução na área pesqueira, por nos transformar de caçadores e coletores em pastores marítimos - do mesmo modo que uma inovação semelhante transformou, há uns 10 mil anos, nossos ancestrais de caçadores e coletores em pastores e agricultores.

A aquicultura extensiva, aquela inserida diretamente no meio natural, é o tipo mais utilizado para as ostras do mangue. Para que seja sustentável, deve causar o mínimo de impacto, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural, nem alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas para possibilitar também manutenção da atividade. Deve-se entender que a preservação ambiental é parte do processo produtivo. Águas de baixa qualidade reduzem a diversidade de animais, plantas e microorganismos em geral, desta forma, as comunidades de ambientes eutróficos caracterizam-se por um número restrito de espécies tolerantes, representados por um número elevado de indivíduos.

As espécies que constituem as comunidades naturais servem como indicadores da qualidade ambiental, por responderem às alterações que ocorrem no ambiente, podem aumentar ou diminuir as suas populações ou ser substituídas por outras rapidamente devido aos seus curtos ciclos de vida (MARGALEF, 1974).

As espécies de ostras encontradas no Brasil são na maioria do gênero *Crassostrea*. A *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828), conhecida como ostra de mangue ou ostra nativa é típica de zonas tropicais e ocorre em especial fixada às raízes aéreas de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) ou costões rochosos. Taxonomicamente classificada no Filo mollusca; Classe bivalvia; Ordem Ostreoidae (Waller, 1978); Família Ostreidae (Rafinesque, 1815); Gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897); e Espécie *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). Esta espécie distribui-se no sul do Caribe, Venezuela, Suriname e na costa brasileira, chegando até o Uruguai (RIOS, 1994).

É fundamental o conhecimento das características das águas, tanto para a compreensão do ambiente aquático, como para o cultivo dos organismos aquáticos (CASTAGNOLLI, 1992). No cultivo de moluscos bivalves, não há alteração significativa da quantidade de nutrientes preexistente.

O presente trabalho objetivou caracterizar as condições ambientais fundamentais para o ciclo de vida da ostra nativa, e verificar a possibilidade de seu cultivo na região da Ilha da Restinga. Para tanto, foram analisados parâmetros ambientais ao longo de 3 meses, amostrando períodos chuvosos e secos; o fator físico :a temperatura; e químicos: salinidade, pH, oxigênio dissolvido, compostos nitrogenados e fosfatados.

Foram analisadas as variáveis bióticas: clorofila *a*, comunidades zooplanctônicas, taxa de coliformes fecais na água e nas ostras e a fixação de sementes na área de estudo. Posteriormente, foram comparadas as 3 estações de amostragem, para selecionar a que se apresenta mais viável para o cultivo.

ÁREA DE ESTUDO

Figura1: Vista aérea da Ilha da Restinga, Cabedelo, Paraíba.



Fonte: www.ilhadarestinga.com.br

A Ilha da Restinga (Fig. 1) está situada no estuário do rio Paraíba do Norte, no Município de Cabedelo, Paraíba, Brasil, entre as coordenadas $34^{\circ} 50' 00''$ S a $34^{\circ} 57' 30''$ S e $6^{\circ} 55' 00''$ W e $7^{\circ} 7' 30''$ W S. Apresenta dois períodos distintos no regime pluviométrico: uma estação seca ou de estiagem, que se prolonga de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outono-inverno). A Ilha ocupa uma área de 530 ha, possui uma topografia relativamente plana com variações de 0 a 11 m de altura em relação ao nível do mar, e é formada pelo acúmulo de solo trazido pelo rio Paraíba do Norte. Exibem nas margens vegetação de mangue, mais internamente, resquícios de Mata Atlântica, lagoas e mata de restinga. Sua parte superior voltada para o Norte dista 1,2 Km do Oceano Atlântico. As suas laterais são contornadas por um canal que possui largura média de 1,0 Km tendo o município de Cabedelo do lado leste e o de Santa Rita do lado Oeste. O vértice inferior aponta para o sul, a aproximadamente 8Km os municípios de João Pessoa e Bayeux.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi realizado no segundo semestre do ano de 2010, do dia 01 de agosto a 24 de outubro, com o objetivo de verificar as condições ambientais da região estuarina da Ilha da Restinga. Durante este período, contemplou-se o período que abrange o período chuvoso e de estiagem na região. Para análise das variáveis ambientais, foram definidos 3 pontos na ilha:

Ponto 1, do trapiche, na face leste, localizado entre as coordenadas $07^{\circ} 00' 15,4''$ S e $34^{\circ} 51' 00,8''$ W;

Ponto 2, do coqueiral, na face oeste, $07^{\circ} 00' 16,2''$ S e $34^{\circ} 51' 51,0''$; e o

Ponto 3, na “Gamboa de Dantas”, $06^{\circ} 51' 36,9''$ S e $34^{\circ} 52' 02,2''$, gamboa mencionada como permanente pelos pescadores, também na face oeste da ilha.

Figura 2: Ponto 1-Trapiche, 2-Coqueiral e 3-Gamboá.

Fonte: www.sudema.pb.gov.br

As saídas para a Ilha da Restinga foram veiculadas por canoa, de onde foram coletados os materiais para as análises da água, clorofila-*a* e zooplâncton. No local foram medidos de imediato a temperatura, o pH, o oxigênio dissolvido e a salinidade superficial da água.

A altura da **maré** foi obtida a partir do site do Centro de Hidrografia da Marinha. Para as coletas foram escolhidos horários de maneira em que as coletas fossem alternadas entre a baixamar e a preamar, para, possivelmente fornecer, informações complementares importantes aos resultados relativos à salinidade, pH, temperatura e da interação entre o transporte passivo das larvas, ocasionado pela ação das correntes e das marés.

Durante o período de agosto a outubro de 2010, foi feita a verificação da temperatura, do Ph, do oxigênio dissolvido e da salinidade superficial da água, numa média quinzenal, utilizando-se um termômetro de mercúrio, phmetro, oxímetro e um refratômetro, respectivamente. Os **dados pluviométricos** do período foram obtidos através do programa de monitoramento climático, site da SUDENE.

Para verificar a incidência de **fixação de sementes**, coletores foram confeccionados com garrafas pet e nylon, distribuídos nos três pontos apresentados, e mais um, localizado numa pequena gamboa, face oeste da ilha.

Figura 3: Coletores 2, Ponto 2, do Coqueiral, na baixamar, Ilha da Restinga, Cabedelo, Paraíba.

Foto: Andréa Cavalcanti, 2010.

As coletas de **zooplâncton** foram realizadas durante as 5 expedições, nos três pontos na região estuarina da ilha da Restinga. Foram filtrados 80 L de água do estuário em 3 réplicas, com o auxílio de uma rede de plâncton

com 17 cm de diâmetro de boca e 45 μm de malha. O material coletado foi fixado com formol a 4% saturado com açúcar e foram posteriormente analisados em laboratório. Os organismos foram contados em câmaras do tipo Sedgwick Rafter, sendo considerados no mínimo 100 indivíduos em cada réplica.

Para a identificação das espécies foi utilizada literatura especializada para esses grupos, de Tregouboff & Rose, 1957.

O índice de Shannon (H') foi usado para medir a diversidade; e o de Margalef sugere o índice de riqueza, calculados através do base *Software Past*©.

Para análise de **clorofila-a**, quatro amostras de água do estuário foram coletadas em cada ponto, por saída, filtradas em laboratório, com filtros GFC, o filtro congelado para posterior análise, com extração do pigmento em acetona e analisado em espectrofotometria.

A **análise de coliformes fecais** foi efetuada a partir de amostras de ostras e da água, coletadas das raízes do mangue da ilha. Foram feitas diluições decimais (até 10⁻⁶) das amostras de água, onde uma alíquota inicial de 1 mL foi retirada diretamente da amostra e adicionada a um tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina estéril 0,85 % (10⁻¹), sendo submetido à agitação a 150 rpm. A partir deste 10 tubo foram feitas diluições decimais seriadas sucessivas, até obter-se a diluição desejada, seguindo a metodologia recomendada pela APHA, 1995.

Para as ostras, uma amostra com 25 g foi agitada em 225 mL de solução salina por 10 minutos a 150 rpm, e igualmente para as amostras de água foram realizadas as diluições decimais em série.

Para a análise do NMP foram retiradas alíquotas de 1 mL diretamente das amostras da água e 1 mL das diluições decimais, utilizando-se série de três tubos de ensaio contendo 9 mL do meio apropriado e tubos de Durham invertidos.

As enumerações de CT e CF foram feitas através da técnica dos tubos múltiplos ou Número Mais Provável (NMP), utilizando-se os seguintes meios de cultura (OXOID): caldo Lauril Sulfato de Sódio – CLS (presuntivo para CT), caldo Lactose Bile 2% Verde Brilhante - CLBVB (confirmativo para CT e presuntivo para CF) e o caldo *Escherichia coli* (EC) (confirmação para coliformes termotolerantes). O Número Mais Provável de CT e CF por 1 mL de água e 1 g de tecido de ostras, foi determinado através da verificação dos tubos positivos no caldo CLBVB, utilizando a tabela de NPM para série de três tubos com 95 % de confiança (APHA, 1975 e Speck, 1984).

As análises referentes aos nutrientes presentes na água, que revela a qualidade da mesma foram obtidas através dos respectivos métodos:

Amônia (NO₃) – método de fenol;

Nitrito (NO₂) – método colorimétrico;

Nitrato – método de redução da coluna de cádmio; e

Ortofosfato – método de ácido ascórbico (CLESCERI, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial hidrogeniônico (**pH**) apresentou variação de 6,9 a 7,8 (Média=7,52, $\pm 0,62$). Apresentou os valores mais baixos no ponto 3, em relação aos outros dois, e valor relativamente mais elevado no mês de setembro. Os valores mais baixos foram obtidos no final do estudo, o que correspondeu aos meses mais secos, o que pode ser o resultado de uma maior produtividade, que se reflete em taxas mais elevadas de decomposição. No entanto, os valores estão dentro dos parâmetros normais, presentes na resolução n° 357 do CONAMA.

O **oxigênio** dissolvido na água variou de 1,7 a 10,4mg/L (Média = 6mg/L $\pm 4,4$). Os valores menores foram registrados na Gamboa (P3). Este ambiente, por ser mais fechado à renovação de água, pode ter taxas de produção e decomposição mais elevadas, o que justificaria este valor menor de OD, o mesmo tempo em que explicaria os menores valores de pH.

O maior pico de **clorofila-a** foi detectado na Gamboa, em outubro, o que corrobora com um maior consumo por parte de consumidores, incluindo decompositores. Esse maior pico pode ser o resultado de uma maior produtividade, ou uma menor herbivoria por parte dos consumidores, visto que neste ponto as comunidades zooplanctônicas não apresentaram densidades tão elevadas como nos outros. O fato deste ponto apresentar salinidades mais elevadas pode limitar a presença de muitos organismos. Por exemplo, o assentamento de larvas de ostra foi bem menor neste ponto de amostragem, o que mostra um ambiente mais estressado ambientalmente. O ponto P1, por estar no canal principal do Rio Paraíba, é mais oxigenado, além disso, as suas margens são de areia e não de lama, o que diminui as taxas de matéria orgânica, e consequentemente de decomposição, o que se reflete nos teores de oxigênio dissolvido. Ao mesmo tempo, este local é mais ventilado que o lado oeste, o que permite a presença de ondas, que quebram na praia, aumentando a oxigenação da água.

Os resultados, ao longo do tempo, demonstraram que a taxa de OD foi decrescente, o que coincidiu com a diminuição da chuva e da menor renovação de água, possivelmente associado a uma maior produção primária, que levando a uma maior produção secundária, e de atividade decompositora, que por sua vez são aeróbios.

Concentrações muito baixas de Oxigênio Dissolvido podem levar os organismos ao estresse e até mesmo à morte, quando expostos por longo período, igualmente pode levar à redução no consumo de alimento, tornando-os suscetíveis às enfermidades e a ataques de predadores (RAMOS e CASTRO, 2004).

No rio Vaza-Barris, foi considerada área adequada para o cultivo de ostra do mangue, a concentração de oxigênio dissolvido deveria estar entre 2 e 5 mg/L. Baixos níveis de oxigênio dissolvido com concentração crítica de de 1,5 mg/l (FERREIRA, 2001).

Em espécies aquáticas ectodérmicas, a temperatura atua na velocidade dos processos metabólicos influenciando na sobrevivência, no desenvolvimento e no comportamento dos organismos (OLIVEIRA, 1998). A temperatura é considerada como sendo o fator exógeno mais importante na regulação dos fenômenos reprodutivos em invertebrados marinhos (WIELOCH, 1990). No Rio Paraíba do Norte, a temperatura variou entre 25,6 °C e 31°C, influenciada principalmente pelo horário da análise.

Os dados dos parâmetros foram colocados na Tabela abaixo.

Figura 4: Tabela com os resultados dos parâmetros físico-químicos, analisados no estuário em torno da Ilha da Restinga, Cabedelo, Paraíba. De agosto a outubro de 2010.

Data	ponto	hora	Maré	temp	pH	OD	salinidade
1/ago	1	10:35	1,35	27,40	7,60	9,30	30
1/ago	2	11:45	1,00	27,50	7,50	7,00	28
15/ago	1	11:51	1,50	26,30	7,20	7,00	36
15/ago	2	08:18	2,30	25,60	7,70	7,20	36
15/ago	3	09:37	1,80	26,40	7,70	8,30	36
31/ago	1	15:11	0,90	27,70	7,80	7,20	30
31/ago	2	13:15	0,60	28,50	7,70	7,10	30
31/ago	3	14:10	0,80	27,70	6,90	3,10	32
24/set	1	17:19	2,20	27,00	7,80	10,40	39
24/set	2	15:15	1,80	27,60	7,70	7,30	39
24/set	3	16:04	2,10	26,80	7,80	1,80	39
12/out	1	15:20	1,10	29,40	7,70	7,60	35
12/out	2	14:20	0,90	31,00	7,70	6,60	35
12/out	3	13:45	0,80	30,00	7,00	1,70	36
24/out	1	11:15	0,60	29,30	7,60	4,60	35
24/out	2	10:37	0,40	29,70	7,60	4,50	35
24/out	3	09:45	0,70	29,40	6,90	2,00	39

Ao atingirem o desenvolvimento das gônadas, as ostras liberam seus gametas na água, onde ocorre a fertilização. Ocorrida a fecundação, há a formação de uma larva livre natante (planctônica), denominada trocófora

(OLIVEIRA, 1998). A reprodução dos moluscos é regulada por mecanismos hormonais e ambientais exógenos (SANTOS, 2001).

A salinidade afeta os fenômenos reprodutivos, menos do que a temperatura. A resposta imediata de bivalves, mediante alteração da salinidade do meio, é o fechamento das valvas, assim sendo, os mesmos não se alimentam enquanto esta situação perdura (WIELOCH, 1990).

Um dos aspectos mais carentes de esclarecimentos no cultivo da ostra de mangue refere-se à definição dos limites letais às baixas salinidades e a faixa de tolerância do organismo à variação desse fator. Este conhecimento é indispensável ao cultivo de *C. rhizophorae*, pois permite estabelecer o tempo de sobrevivência quando submetidas a variações sazonais de salinidade. Particularmente na região nordeste do Brasil, a diminuição acentuada e prolongada da salinidade ocorre durante o período das chuvas (entre março e agosto), quando aumenta o volume de água doce nos estuários.

Segundo Vilela (1975), após a desova da ostra, 90% das larvas produzidas morrem antes de chegar à fase de fixação, e somente uma décima milionésima parte do total consegue fixar-se. Após a fixação, a mortalidade natural ainda é elevada. O cultivo poderá aumentar essa taxa de sobrevivência natural. Para compensar a mortalidade massiva nas primeiras fases de vida, a ostra do gênero *Crassostrea* pode liberar até 100.000.000 de óvulos (NASCIMENTO, 1978; VILELA, 1975). A obtenção de dados sobre o ritmo de crescimento e das condições da *C. rhizophorae* na natureza, poderão ser utilizados como subsídio para o ordenamento da extração desse bivalve e para o seu cultivo. O conhecimento dessas condições possibilita uma proposição de manejo sustentado deste recurso.

Os coletores permaneceram na água por 72 dias. Somente dois pontos mantiveram os coletores, não se sabe se foram retirados por pescadores ou se por força da corrente e das marés.

A **contagem das sementes**, em laboratório, com o auxílio de uma lupa manual.

Os coletores 1, que permaneceram intactos, estavam localizados na gamboa pequena, que não foi monitorada no período da pesquisa, mas foi observado baixo fluxo de água, em grande parte do tempo o coletor ficava exposto. Mesmo assim, verificou-se fixação de sementes (tabela II), embora num número bem menor que nos outros. Nos coletores da gamboa, verificou-se um maior número de fixação de cracas do que nos coletores 2, localizado no ponto do Coqueiral

Figura 5: Tabela com o número de ostras e cracas nas placas dos coletores.

Placa	Espécie	Coletor 1			Coletor 2		
		Dentro	Fora	total	Dentro	Fora	total
P1	Ostras	3	0	3	395	54	449
	Cracas	22	12	34	67	6	73
P2	Ostras	0	0	0	5	0	5
	Cracas	8	22	30	9	0	9
P3	Ostras	0	1	1	206	0	206
	Cracas	58	14	72	8	0	8
P4	Ostras	0	0	0	296	0	296
	Cracas	2	21	23	3	0	3
P5	Ostras	1	1	2	357	6	363
	Cracas	5	48	53	26	1	27
P6	Ostras	1	0	1	325	5	330
	Cracas	71	15	86	3	0	3
P7	Ostras	2	0	2	249	1	250
	Cracas	20	4	24	33	1	34
P8	Ostras	7	0	7	407	95	502
	Cracas	37	5	42	23	5	28
P9	Ostras	6	0	6	413	0	413
	Cracas	5	2	7	26	0	26
P10	Ostras	0	0	0	114	85	199
	Cracas	106	5	111	78	59	137

Figura 6: Coletor 2, presença de sementes de ostras e cracas de tamanhos variados. (Círculo preto mostrando uma craca e o círculo vermelho uma ostra)

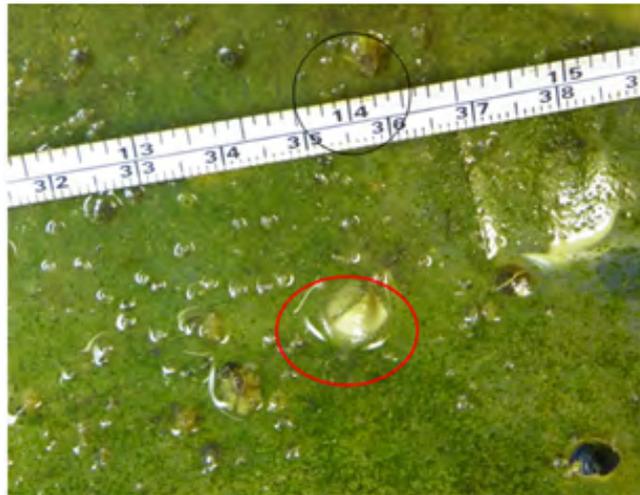


Foto: Leonardo Ribeiro.

No coletor 1 (gamboa), onde o fluxo de água foi menor, a água era menos translúcida, há provavelmente menor iluminação e oxigenação; maior salinidade e exposição contínua como constatado no monitoramento da gamboa de Dantas, o ponto 3. Consequentemente, neste local, houve as piores condições para a fixação e sobrevivência das sementes. Este dado foi constatado pelo pequeno índice de fixação de sementes, em comparação com o coletor 2, apesar de colocados no mesmo dia. As cracas apresentaram maior resistência às condições adversas do ambiente a que estava exposto o coletor 1, o da pequena gamboa. Houve a fixação de 22 ostras, numa média de 2,2 ostras por placa e 482 cracas. Dentre o número de ostras fixado em cada lado do plástico, verificou-se uma proporção de 20, na face interna, contra 2 na face externa das placas.

Como as condições gerais do ambiente do coletor 1 não foram propícias para a captação de sementes, utilizaremos o coletor 2, dos Coqueirais, como foco para a análise dos resultados e parâmetro para futuro local de captação de sementes.

No coletor 2 houve um grande número de fixação de sementes de ostras, com um total 3013 ostras, numa média de 301, 3 por placa, e pequeno número de fixação de cracas, com a fixação de 348 espécimes, numa média de 34, 8. A face interna do coletor fixaram-se 2767 ostras, contra 246 na face externa.

A face interna do plástico favoreceu a fixação. Esta face apresentou maior número de sementes, variando de 0 a 407, enquanto na face externa verificou-se a fixação de 0 a 95.

O tamanho máximo registrado para o tamanho das sementes foi de 0,5cm, como o coletor teve 71 dias de inclusão no ambiente, estima-se que seja essa a idade máxima das sementes instaladas nos coletores. Durante a etapa inicial do cultivo, os principais predadores são pequenos caranguejos (*Porcellanidae*), platelmintos (*Stylocus* e *Pseudostylochus*), conhecidos popularmente como planária ou lesma marinha e gastrópodos (*Thais haemastoma* e *Cymatium parthenopeum*) conhecidos popularmente como caramujo peludo (MANZONI, 2001). Alguns peixes também podem atacar as ostras. Destes, as cracas, do gênero *Balanus*, são os principais competidores das ostras, fixando-se nas estruturas de cultivo e nas conchas das ostras, distribuindo-se em densas aglomerações (PEREIRA *et al.*, 1998).

A análise do **zooplâncton** possibilita identificar a densidade e as espécies presentes no local, A composição da comunidade pode ser um indicador sensível nas águas que exibem apenas diferenças sutis nas características físicas e químicas (GANNON & STEMBERGER, 1978). Grandes densidades de zooplâncton, consumidores de produtores, indicam que o local apresenta alimento suficiente para a manutenção da comunidade, isto é, grande produtividade.

Pelo menos 13 *taxa* foram encontrados, tanto de formas holoplanctônicas (ciclo de vida completo no plâncton), como de formas meroplanctônicas (que têm apenas parte do ciclo de vida no plâncton). Comparando o

zooplâncton total entre os três pontos de amostragem, verificamos que o ponto P1 apresentou as densidades mais elevadas, enquanto o P2 apresentou as densidades menos elevadas (Fig.29). Desta forma, podemos dizer que o P1, o canal principal do rio Paraíba, apresentou uma melhor produção secundária que os outros pontos analisados.

O valor máximo da densidade média foi de 300,53 org/ m³, de náuplios e 200,80 org/ m³ de ovos, ambos no mês de agosto, estando dentro da variação de densidade do estudo realizado no estuário do rio Itajaí-Açu, SC .

Em agosto verificou-se a maior densidade de náuplios, mas as densidades mais elevadas do holoplâncton e do meroplâncton de uma forma geral no Ponto P1 ocorreram a partir de Setembro, com a diminuição das chuvas.

No ponto P2, a maior densidade foi também alcançada por náuplios e na mesma data. Com exceção dos náuplios, as densidades mais elevadas nestes grupos, não excederam 5 ind.L-1 (Copepoda Harpacticoide) (Fig. 31), enquanto no P1 alcançaram 15 ind.L-1 (Copepoda Ciclopoide), revelando densidades mais elevadas no P1. Copepodes Harpacticoides são típicos de comunidades bentônicas ou ticoplanctônicas. A maior densidade de Copepoda Harpacticoide no P2, pode ser atribuída ao fato do sedimento ser composto por lama, o que com a nossa presença pode ter ressuscitado sedimento, levando com ele os copépodes. As maiores densidades do meroplâncton no P2, com exceção dos ovos, foram de larvas de Gastropoda e de larvas trocófora (Fig. 32). As larvas trocófora neste ponto de amostragem foram mais freqüentes que no P1, o que revela que este local é mais propício à coleta de sementes de ostra, visto que os estágios mais jovens da ostra são na forma de larvas trocóforas. No dia 31 de agosto, densidades mais elevadas de ovos e de náuplios foram registrados, em relação aos outros componentes do meroplâncton e do holoplâncton.

No Ponto P3, o holoplâncton foi também dominado por náuplios, e as densidades foram semelhantes às apresentadas no P2 e menores que as registradas no P3. Os copépodes ciclopoide à semelhança do P1 foram o segundo grupo mais abundante, seguido de copepoda harpacticoide (Fig. 33). Os Ostracoda, também típicos do ticoplâncton, foram apenas registrados no P2 e P3, que como comentado acima pode estar relacionado com a presença de lama, que quando a pisamos, levanta sedimentos, que levam consigo estes organismos.

No meroplâncton, os ovos também foram as formas mais abundantes, mas com densidades inferiores às observado no P1 e P2, não ultrapassando 18 ovos.L-1, enquanto que nos outros pontos as densidades de ovos alcançaram mais de 30 ovos.L-1. As larvas mais abundantes foram as de Gastropoda, ainda no período chuvoso, a partir de setembro, com a diminuição das chuva, as formas larvares e os ovos diminuiram (Fig. 34), o que corrobora com o estudo de Wieloch (1999) que diz que a reprodução ocorre principalmente nos períodos chuvosos.

A maior diversidade, calculada através do índice de Shannon(H'), foi de 1,994, no ponto 1, no mês de outubro; e a menor foi de 1,454 no ponto 2 no mês de agosto.

Foi observado o maior valor de riqueza de 4,94 Nits no ponto 2, em setembro, e menor riqueza de 1,49 Nits, no ponto 3, na amostra do dia 31 de agosto, estando o maior valor de riqueza superior ao encontrado no estuário do rio Itajaí-Açu, SC (VEADO, 2008), que oscilou entre 1,15 e 2,26 Nits.

Figura 7: Tabela com taxa zooplânctonicos (Ind/L) encontrados no estuário em torno da Ilha da Restinga, Cabedelo, PB, de agosto a Outubro de 2010.

	1/ago	15/ago	31/ago	24/set	12/out	24/out
Náuplio	4,00375	5,9125	30,53333	5,281667	7,058333	6,248333
Copepodito Ciclopoide	4,075	2,095833	2,25	0,765	3,345833	1,741667
Copepoda Ciclopoide	2,560625	2,679167	8,291667	2,915	10,49583	5,575
Copepoda Calanoide	0,1375	3,466667	0,166667	1,068333	0,458333	0,815
Harpacticoide	1,170625	0,408333	4,583333	1,948333	5,866667	0,815
Nematoda	1,45875	0,054167	0,416667	0	0,091667	0,083333
Foraminifero	0,358125	0,254167	0,375	0,953333	0,1375	0,265
Apendicularia	0,29625	0	0,833333	0	0,045833	0,010313
Ostracoda	0	0,19375	0,125	0	0	0
Larva de Poliqueta	0,49	0,316667	0,958333	0,15	0,320833	1,728183
Anfípoda	0,04625	0,041667	0,125	0,1	0,4125	0,208646
Larva Zoea	0,185	0,4125	0,041667	0,675	0,65	0,65
Larva Trocófora	0,5375	0,570833	0,375	1,225	0,086667	0,086667
Larva Gastrópoda	0,09	1,345833	0,375	0,1	0,04125	0,04125
ovos	20,805	10,2375	19,20833	8,36	7,138333	7,138333

A produtividade de um ambiente aquático está diretamente relacionada com a abundância do fito e zooplâncton (CASABLANCA & SENDACZ, 1985). Segundo Margalef (1983), os organismos planctônicos funcionam como sensores refinados das variáveis ambientais e refletem melhor que qualquer artefato tecnológico o valor dessas variáveis na sua composição e interação sobre os diversos períodos do tempo (fig.37).

A produtividade primária refere-se à oferta de alimento existente no ambiente. As microalgas são os alimentos mais importantes para os moluscos. Para medir a produtividade de um local, verifica-se a quantidade de “clorofila a”, ou a quantidade de biomassa fitoplânctônica num certo volume de água e verifica-se que a maior abundância desta produção primária ocorre nas regiões costeiras, principalmente onde existem rios.

Avaliada durante um período de 3 meses, a concentração de clorofila-*a* variou de 1,4 a 44,915 (ug/l) (Fig.39) Os valores registrados foram baixos, mas dentro do normal para ambientes estuarinos. Essa variação foi semelhante à observada por Silva *et al.* (2009), que registraram valores de 2,45 a 70,22 µg/L, no estuário do rio Formoso, em Pernambuco e à observada por Leão (2004), no estuário do rio Igarassu, em Pernambuco, em que registraram valores entre 2,26 e 80,20 µg/L. Concentrações menores de 0,7 a 4,05 µg/L e de 4,31 a 12,02 µg/L, foram registradas no estuário do rio São Francisco (BA) e estuário do rio Botafogo, Itamaracá (PE) (LACERDA *et al.*, 2004; MELO-MAGALHÃES *et al.*, 2010). Variações maiores de 0,19 a 106,99 µg/L foram observadas por Santiago (2004) num estuário hipersalino, no Rio Grande do Norte.

As concentrações de clorofila-*a* ao longo do tempo, revelaram que na amostragem do dia 12 de outubro o ambiente apresentava esse pigmento em maiores concentrações, nos outros meses foi mais homogêneo e com valores mais baixos. Analisando por ponto de coleta, verificou-se que as concentrações mais elevadas foram registradas no P3, e as menores no P1. Isso pode ser o reflexo não de uma menor produtividade, mas de uma maior predação por parte do zooplâncton, visto que o P1 apresentou as densidades mais elevadas deste grupo.

O conhecimento sobre o ambiente do qual se extrai a ostra e o estudo sobre o tecido muscular do molusco pode revelar as condições sanitárias do rio e relacionar possíveis doenças de veiculação hídrica. A capacidade filtrante das ostras é de cerca de cinco litros de água/hora, podendo reter no manto cerca de 75% das espécies bacterianas presentes no seu ambiente (BARROS *et al.*, 1995).

Os valores das concentrações de nitrato oscilaram, ao longo do período estudado, de 22 a 39 ug/l em setembro e outubro, nos três pontos, o maior valor foi verificado em setembro, no Ponto 2. As concentrações foram muito inferiores às observadas nos trabalhos de Souza *et al.* (2009) que alcançaram valores máximos de 2000 e 3000µg/L.

Os autores Susime-Ribeiro (1999) e Gaeta *et al.* (1999) definem um ambiente com até 200 ug/l de nitrato dentro dos parâmetros da oligotrofia. Como os valores obtidos por este estudo foram sempre inferiores a 200 ug/l podemos dizer que o estuário na porção estudada apresentava-se com baixo estado trófico.

Como os compostos nitrogenados alternam-se entre as diversas formas (amônia, nitrito e nitrato) os menores valores de nitrito em setembro, podem estar associados aos maiores valores de nitrato nesse mês.

Segundo Kubitzka, (2000) a amônia está presente sob duas formas: o íon amônio NH₄⁺ (forma pouco tóxica) e a amônia NH₃ (forma tóxica).

Vinatea (2002) relata que as concentrações ideais da amônia na aquíicultura são de valores inferiores a 20 µg/L.

Os valores das concentrações de amônia oscilaram de 28 a 274 ug/l nos três meses de estudo. O Ponto 3 apresentou os menores valores, com valor mínimo de 28 ug/L, e máximo de 151ug/l (Fig. 42). O ponto 1 apresentou os maiores valores, com valor mínimo de 224ug/L, e máximo de 274ug/l. Setembro foi o mês que apresentou as concentrações mais baixas, o que coincidiu com os valores mais elevados de nitrato. As concentrações foram muito inferiores às observadas nos trabalhos de Souza *et al.* (2009) que alcançaram valores máximos de 3000 e 5500µg/L, no estuário do rio Cachoeira no nordeste do Brasil.

Os ortofosfatos (PO₄-3, HPO₄-2, H₂PO₄-1) são as formas mais abundantes do fósforo na água e são utilizados como nutrientes para as microalgas, que por sua vez, servem de alimento as larvas (SIPAÚBA, 1995).

Nos resultados obtidos a partir das amostras coletadas na região da ilha da restinga, os valores se mantiveram abaixo de 100ug/l, com exceção para o ponto 2, em agosto. O Ponto P3 apresentou concentrações menos elevadas

que os outros dois pontos, o que o caracteriza como um estado trófico inferior. Os autores Susime-Ribeiro (1999) e Gaeta *et al.* (1999) definem um ambiente com até 80 µg/L de fósforo dentro dos parâmetros da oligotrofia.

Entre 70 a 90% do fósforo aplicado em sistemas aquáticos é adsorvido nos sedimentos (lodo). Sedimentos extremamente ácidos ou alcalinos favorecem a fixação do fósforo (KUBITZA, 2000).

Embora haja um equilíbrio entre o fósforo nos sedimentos e o fósforo dissolvido na água, a liberação do fósforo adsorvido nos sedimentos é lenta, não sendo capaz de atender a demanda de fósforo durante a intensa fotossíntese em viveiros adubados. Hephher *apud* Boyd, (1982) registrou teores em viveiros não fertilizados variando de 8,8 a 115,5µg/L e em viveiros fertilizados com Nitrogênio e Fósforo, entre 103,4 e 212,3µg/L.

CONCLUSÕES

A água do estuário do Rio Paraíba, no segundo semestre de 2010, em torno da Ilha da Restinga, apresenta-se com boa qualidade, podendo ser classificada como oligotrófica.

A presença de bactérias fecais classifica esta água como muito boa.

O Ponto P1 apresentou maior produtividade secundária, melhor qualidade de água, o que revela ser um melhor local para o cultivo das ostras.

A fixação de sementes foi mais eficiente na face oeste da ilha que dentro da gamboa.

O cultivo de ostra é viável na área analisada. A proximidade com os centros urbanos, como é o caso da Ilha da Restinga, tem a vantagem no escoamento da produção. A renovação de água também deve ser constante, favorecendo uma boa alimentação para os moluscos.

REFERÊNCIAS

- APHA (American Public Health Association). 1975. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. Washington: 1193p.
- BOYD, C. E. **Water quality management for pond fish culture**. Developments in aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier, 1982. 318p.
- CASABIANCA, M. A. A. e SENDACZ, S. 1985 **Liminologia do Reservatório do Borba** (Pindamonhangaba, SP) II. Zooplâncton B. Inst.pesca 12, (3): 83-95.
- CASTAGNOLLI, N. 1992. **Piscicultura de água doce Jaboticabol**: FUNEP, 189p
- CLESCERI, LS., GREENBERG, AE & EATON, AD. **Standard methods for the examination of water and wastewater** . 20 ed. Washington: American Public Health association, 1999. 1325p.
- DRUCKER, Peter. **Além da revolução da informação**. Management, n ° 18 ano 3 janeiro-fevereiro 2000. HSM. pg 48.
- FERREIRA, S. A. 2001. **Dinâmica nictimeral de parâmetros hidroquímicos no baixo-estuário do rio salgado, com potencial à maricultura, no povoado de Paquatua/Alcântara-MA (período chuvoso)**. Maranhão: [s. n.] 61 p.
- GAETA, S. A.; MIRANDA, L. B.; SUSINI-RIBEIRO, S. M. M.; POMPEU, M.; ARAUJO, C. E. S. 1999. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47(2/3): 253-270.

- GANNON, J. E. & STEMBERGER, R. S. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. **Trans.Amer.Micr.Soc.** v. 97, p. 16-35, 1978.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí - São Paulo. 1ª ed. 265p, 2000.
- MARGALEF, R. **Ecologia.** Barcelona: Omega, 951 p. 1974.
- MARGALEF, R. (1983). **Limnologia.** Barcelona - Espanha, Omega. 1100p.
- MELO-MAGALHÃES, E.M.M. et al. 2010. Biomassa fitoplantônica do estuário do rio São Francisco, Brasil. **Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia- RS**, 17 a 21 de maio de 2010.
- OLIVEIRA, J.M., 1998. **Efeitos da densidade populacional e renovação da água no crescimento e sobrevivência larval da ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793).** Dissertação de mestrado em Aqüicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 122pp.
- PEREIRA, O.M.; GALVÃO, M. S. N.; HENRIQUES M. B.; MACHADO, I.C.; YAMANAKA, N. 2001. **AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DA OSTRA *Crassostrea brasiliiana* EM RIOS E GAMBOAS DA REGIÃO ESTUARINO-LAGUNAR DE CANANÉIA (SÃO PAULO, BRASIL)** Instituto de Pesca – Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – SP
- RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. 2004 **Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua – Alcântara/MA, Brasil.** *Boletim Do Laboratório de Hidrobiologia*, 17:19-27.
- RIOS, E., 1994. **Seashells of Brasil.** 2 ed. Ed. da Furg, Rio Grande. 368pp.
- SANTOS, F. 2001. **Influência da temperatura sobre o acúmulo de glicogênio e acompanhamento do ciclo sexual da ostra do Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) em campo e laboratório, durante o verão.** Dissertação de mestrado em Aqüicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 36pp.
- SIPAÚBA, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura:** UNESP, p.72, 1995.
- SOUZA, M. F. L. 2005. Nutrient Biogeochemistry and Mass Balance of a Tropical Estuary of Cachoeira River, Northern Brazil. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, 31(3): 177-188.
- SUSINI-RIBEIRO, S. M. M. Biomass distribution of pico-, nano- and microplankton on the continental shelf of Abrolhos East Brazil. 1999. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47 (2/3): 271-284.
- VILELA, H. 1975. **A respeito de ostras: biologia – exploração – salubridade.** Lisboa: Notas e Estudos. Recursos e Ambiente Aquáticos, 1. 220p.
- VINATEA, L. A. 2002. **Qualidade da água na carcinicultura.** *Revista ABCC*, Recife, ano 4, n. 3.
- WIELOCH, A. 1990. **Ciclo sexual de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Molusca-Bivalvia) do estuário do Rio Paraíba do Norte.** Dissertação de mestrado em zoologia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 57pp.