

Qualidade da água ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba, estado do Piauí, Nordeste do Brasil



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 286

Qualidade da água ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba, estado do Piauí, Nordeste do Brasil

*Alexandre Kemenes
Luanny Gabriele Cunha Ferreira
Carlos Eduardo Lira dos Santos Silva*

***Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2022***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Comitê Local de Publicações da Unidade Responsável

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650,
Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI

Fone: (86) 3198-0500

Fax: (86) 3198-0530

www.embrapa.br/meio-norte

Serviço de Atendimento ao

Cidadão(SAC)

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Presidente

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Secretário-Executivo

Jeudys Araújo de Oliveira

Membros: Lígia Maria Rolim Bandeira, Orlane da Silva Maia, Maria Eugênia Ribeiro, Kaesel Jackson Damasceno Silva, Ana Lúcia Horta Barreto, José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior, Marcos Emanuel da Costa Veloso, Flávio Favaro Blanco, Francisco de Brito Melo, Izabella Cabral Hassum, Tânia Maria Leal, Francisco das Chagas Monteiro, José Alves da Silva Câmara.

Supervisão editorial

Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto

Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica

Orlane da Silva Maia

Editoração eletrônica

Jorimá Marques Ferreira

Fotos

Alexandre Kemenes

1ª edição

1ª impressão (2022): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Kemenes, Alexandre.

Qualidade da água ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba, estado do Piauí, Nordeste do Brasil / Alexandre Kemenes, Luanny Gabriela Cunha Ferreira, Carlos Eduardo Lira dos Santos Silva. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2022.

PDF (36 p.) : il. ; 16 cm x 22 cm. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 286).

1. Qualidade da água. 2. Estuário. 3. Impacto ambiental. 4. Ecossistema. I. Ferreira, Luanny Gabriela Cunha. II. Silva, Carlos Eduardo Lira dos Santos. III. Título. IV. Série. V. Embrapa Meio-Norte.

CDD 577.627 (21. ed.)

Autores

Alexandre Kemenes

Engenheiro-agrônomo, bacharel em Ciências Biológicas, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, UEP-Parnaíba, Parnaíba, PI

Luanny Gabriele Cunha Ferreira

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará-UFGPA, Belém, PA

Carlos Eduardo Lira dos Santos Silva

Engenheiro de Pesca, doutor em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE

Agradecimentos

À Embrapa Meio-Norte pelo apoio logístico durante o desenvolvimento deste estudo; ao projeto Pesca Solidária pelos recursos disponibilizados; aos técnicos de laboratório Lúcia Elenícia da Silva e Francisco de Assis Rodrigues dos Santos pelo auxílio prestado durante as análises de laboratório; ao motorista e piloto Marcos Vaz (in memoriam) pelo auxílio nas coletas de campo.

Apresentação

Estuários são ecossistemas costeiros que oferecem alimento, habitat e berçário para diversas espécies aquáticas e terrestres. No Nordeste do Brasil, existem diversas fazendas de carcinicultura que podem estar causando impactos ambientais na qualidade da água dos estuários. Entretanto os efluentes das cidades próximas também podem estar oferecendo contribuições significativas para a conservação ambiental desses ecossistemas. Sendo assim, essa situação controversa deve ser mais bem-avaliada, para que sejam encontradas soluções para manter a conservação ambiental desses sensíveis ambientes costeiros. Durante 18 meses, entre abril de 2014 e outubro de 2015, foram realizadas coletas mensais de parâmetros de qualidade de água em oito locais, ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba. Os estudos mostraram, de forma preliminar e localizada, que as condições ambientais estão adequadas à vida dos organismos aquáticos e às atividades de subsistência das comunidades humanas presentes nesse estuário. O monitoramento ambiental deve ser uma prática constante, buscando auxiliar na conservação ambiental desses delicados ecossistemas costeiros e na melhoria das condições de vida dos ribeirinhos.

Anísio Ferreira Lima Neto
Chefe-Geral da Embrapa Meio-Norte

Sumário

Lista de tabelas	11
Lista de figuras	13
Introdução.....	15
Materiais e métodos	16
Resultados e discussão.....	20
Conclusões.....	30
Referências	30

Lista de tabelas

Tabela		Página
1	Coordenadas geográficas dos pontos de coleta no estuário (Figura 1)	18
2	Valores máximos, médios e mínimos de parâmetros ambientais obtidos em pontos de coleta do estuário dos rios Timonha e Ubatuba	22
3	Média anual de valores de parâmetros ambientais citados na literatura disponível e recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente	23

Lista de figuras

Figura		Página
1	Pontos de coleta ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba	17
2	Imagens de quatro pontos de coleta: Poço do Remanso (a); Porto dos Mosquitos (b), A montante da fazenda 1(c); Efluente da fazenda 2 (d)	17
3	Imagens da metodologia utilizada na coleta de dados em campo: clorofila-a (a); disco de Secci (b); draga de sedimentos (c); sensor da sonda multiparâmetros (d).	19
4	Distância do mar aberto sobre os parâmetros ambientais de qualidade de água do estuário (P4 - 0 km; P5 - 3.5 km; P8 - 4.5 km; P6 - 6.5 km; P7 - 7.8 km; P3 - 10 km; P2 - 15 km; P1-18 km)	26
5	Distância da cidade de Chaval sobre os parâmetros ambientais de qualidade de água do estuário (P1 - 0 km; P2 - 3 km; P3 - 5 km; P5 - 15 km; P8 - 16 km; P6 - 18 km; P4 - 18 km; P7 - 19,3 km)	29

Introdução

O crescimento de grande parte da população mundial vem ocorrendo próximo aos ambientes costeiros. Nesses locais, encontram-se as zonas estuarinas, ambientes complexos, extremamente vulneráveis às mudanças climáticas e ambientais (Spalding et al., 2010). A ocupação desordenada desses locais vem causando fortes impactos (D'Assumpção et al., 2007). A água é um componente primordial para a sustentabilidade da vida e deve ser mantida dentro de condições adequadas ao uso. O monitoramento constante da qualidade da água deve avaliá-la conforme a legislação vigente (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005). Entretanto realizar análises ambientais visa não somente à adequação às leis, mas à manutenção das condições naturais da vida selvagem e à melhoria da qualidade de vida das populações ribeirinhas (Souza et al., 2015). A água contém diversas características que podem ser avaliadas nos programas de monitoramento ambiental, cujos ecossistemas costeiros são utilizados em diversos estudos ambientais (Grego et al., 2009; Rodrigues; Cutrim, 2010; Jales et al., 2012; Castro et al., 2014).

Os impactos ambientais resultantes do cultivo do camarão-cinza (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931) receberam grande relevância em razão do forte desmatamento que vem sendo realizado em florestas de manguezal, trazendo a diminuição da diversidade biológica, o bloqueio do fluxo de marés e a contaminação dos estuários (Meireles, 2014). Entretanto os efluentes das cidades mais próximas também podem estar oferecendo contribuições significativas ao estado de conservação desses ecossistemas e devem ser mais bem-avaliadas. A disponibilidade de água de boa qualidade é fator limitante para o bom desenvolvimento dos organismos aquáticos, tanto em sistemas produtivos quanto em ambientes naturais (Ferreira et al., 2011; Clemente, 2015). O estuário dos rios Timonha e Ubatuba é um dos maiores berçários de peixes e crustáceos do Nordeste e abrigo para diversas espécies marinhas brasileiras em perigo de extinção, como o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), o mero (*Epinephelus itajara*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga-oliva

(*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga-de-couro (*Dermodochelys coriacea*) (Comissão Ilha Ativa, 2015). As populações ribeirinhas necessitam de condições adequadas para exercerem suas atividades de subsistência como a pesca artesanal e o extrativismo animal. O objetivo principal deste documento foi investigar e informar a variação espacial dos parâmetros ambientais, buscando alertar para a conservação ambiental ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba.

Materiais e métodos

Os rios Timonha e Ubatuba têm suas nascentes na Serra da Ibiapaba (Melo et al., 2014). O sistema estuarino fica na divisa entre os estados do Ceará e do Piauí, a 500 km de Fortaleza, e ocupa uma área aproximada de 2.000 km², abrangendo os municípios de Barroquinha, de Chaval e de Cajueiro da Praia, incluindo a Área de Proteção, Ambiental (APA) Delta do Rio Parnaíba (Comissão Ilha Ativa, 2015). O sistema estuarino Timonha-Ubatuba tem um barramento, o açude de Itaúna, 43 km a montante de sua foz no Rio Timonha, que mantém o nível de água durante a maior parte do ano (Dias, 2005). No período de abril de 2014 a outubro de 2015, foram realizadas coletas mensais de 20 parâmetros ambientais de qualidade de água, sedimento e ar, em oito pontos determinados ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba (Figura 1, Figura 2, Tabela 1).

Foram registrados em campo (in loco), parâmetros ambientais, como temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, pH e condutividade elétrica, por meio de uma sonda multiparâmetros; transparência da água com um disco de Secchi; velocidade do vento por meio de um anemômetro digital; coleta de sedimentos do fundo por uma draga de Petersen; e coleta de água superficial em frascos de vidro escuros (Figura 3). Os sedimentos de fundo e a água superficial foram encaminhados ao Laboratório de Água e Solos da Embrapa Meio-Norte (UEP-Parnaíba), onde foram realizadas análises de

amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato, clorofila-a, nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais em suspensão na água e de matéria orgânica, carbono total, carbono orgânico, fósforo total e nitrogênio total no sedimento, seguindo a metodologia descrita por Eaton et al. (2005). Os valores médios dos principais parâmetros ambientais de qualidade de água foram avaliados em relação às distâncias das fazendas de carcinicultura da cidade de Chaval e o limite do mar aberto.

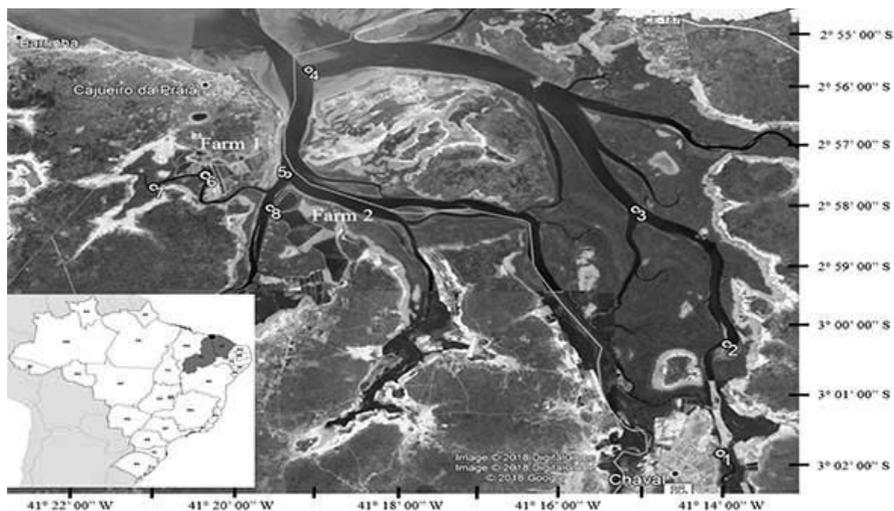


Figura 1. Pontos de coleta ao longo do estuário dos rios Timonha e Ubatuba.



Figura 2. Imagens de quatro pontos de coleta: Poço do Remanso (a); Porto dos Mosquitos (b); A montante da fazenda 1(c); Efluente da fazenda 2 (d).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta no estuário (Figura 1).

Ponto	Nome	Coordenada Geográfica	
1	Porto dos Mosquitos	Lat. 3° 1'52.70"S	Long. 41° 14'5,56"W
2	Poço do Remanso	Lat. 3° 0'15.47"S	Long. 41° 13'56,23"W
3	Poço do Salema	Lat. 2°58'5.55"S	Long. 41° 14'57,36"W
4	Encontro dos rios	Lat. 2°55'36.92"S	Long. 41° 19'8,17"W
5	Efluente das fazendas 1 e 2	Lat. 2°57'29.45"S	Long. 41° 19'18,12"W
6	Efluente da fazenda 1	Lat. 2°57'30.60"S	Long. 41° 20'19,63"W
7	A montante da fazenda 1	Lat. 2°57'42.54"S	Long. 41° 20'57,59"W
8	Efluente da fazenda 2	Lat. 2°58'3.67"S	Long. 41° 19'29,03"W

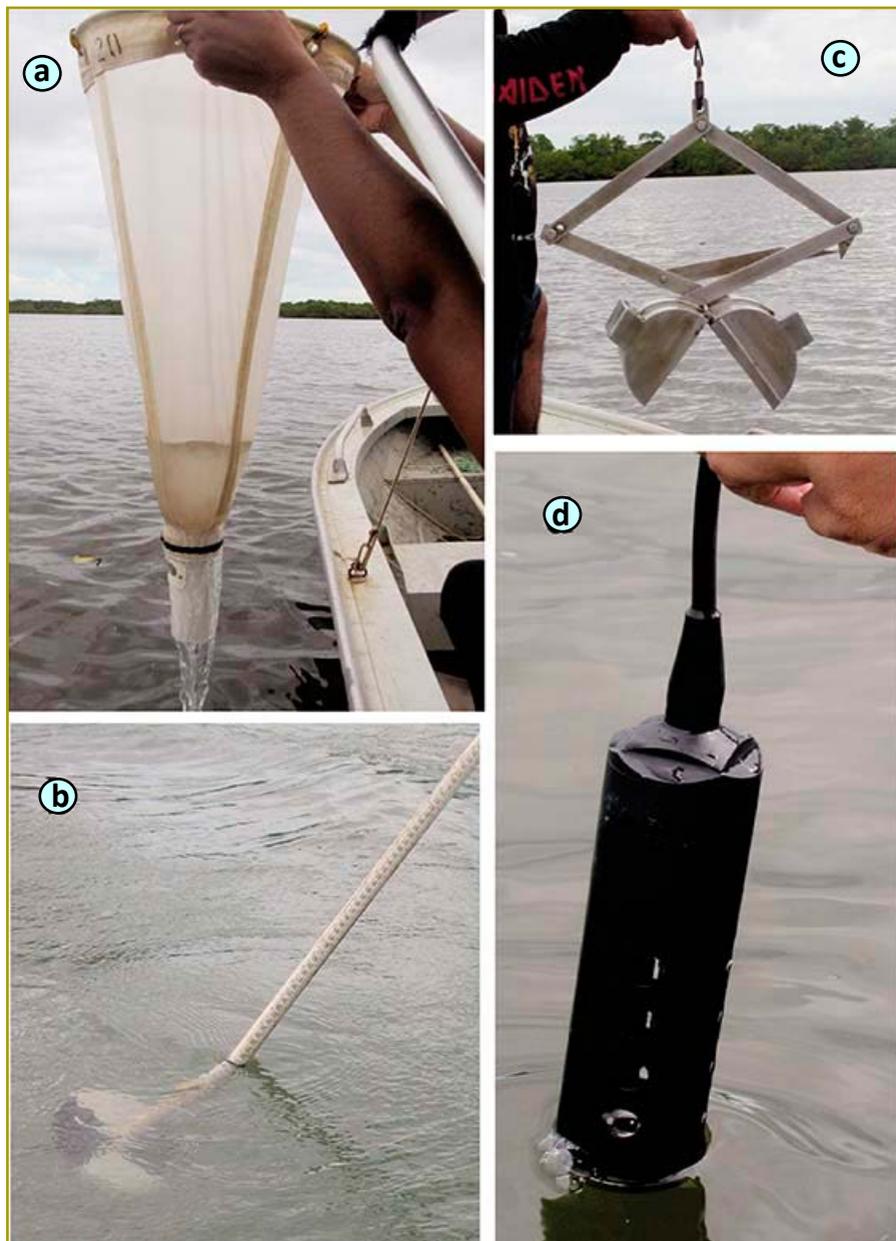


Figura 3. Imagens da metodologia utilizada na coleta de dados em campo: clorofila-a (a); disco de Secchi (b); draga de sedimentos (c); sensor da sonda multiparâmetros (d).

Resultados e discussão

Análises básicas de parâmetros ambientais de qualidade de água no estuário

O monitoramento dos parâmetros ambientais de qualidade de água é atividade fundamental para avaliar a conservação dos sistemas aquáticos costeiros. O funcionamento de um ecossistema aquático, como um estuário, é o reflexo dos processos naturais, recebendo fortes influências dos antrópicos, que podem repercutir sobre o desenvolvimento dos organismos naturais e a sobrevivência das comunidades ribeirinhas. Durante 18 meses, foi investigada a dinâmica ambiental espaço-temporal de oito pontos de coleta distribuídos ao longo desse estuário dos rios Timonha e Ubatuba, onde foram avaliados 20 parâmetros ambientais (Tabela 2).

Analisando-se os resultados obtidos, é possível afirmar que os parâmetros ambientais avaliados estão de acordo com os valores de referência de resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) para águas salinas classe 1 e com os resultados obtidos com a literatura existente. Somente o oxigênio dissolvido e o pH apresentaram, em alguns pontos, valores pouco acima dos critérios exigidos pelos valores de referência. Mas, de modo geral, o ambiente em estudo mostrou bom estado de conservação no período em que foi realizado o estudo (Tabelas 2 e 3). Analisando-se mais detalhadamente os parâmetros ambientais de qualidade de água no estuário dos rios Timonha e Ubatuba, foi constatado que os valores anuais de oxigênio dissolvido (OD) variaram entre 2,16 e 7,31 mg L⁻¹, com média de 4,68 mg L⁻¹, ou seja, em algumas coletas foram obtidos valores que estão em desacordo com resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) que estabeleceu o valor limite de 6 mg L⁻¹ para OD em águas salinas da classe 1. Entretanto a grande maioria dos resultados está de acordo com os valores de referência, pré-indicados por meio de estudos anteriores: 6,61-6,83 mg L⁻¹, Batista et al. (2017); 6,3 mg L⁻¹, Garcia et al. (2009) e 6,2 mg.L⁻¹, Henares et al. (2011), (Tabelas 2 e 3). Uma das prováveis causas desses resultados é que algumas coletas foram realizadas em pontos muito

próximos à margem dos manguezais, elevando a quantidade de matéria orgânica em processo de decomposição e reduzindo a concentração de OD na água (Lacerda, 1994). Segundo Vinatea et al. (2011), a baixa concentração de OD submete os organismos ao estresse respiratório, diminui o apetite e aumenta a susceptibilidade a diversas doenças.

A temperatura da água apresentou valores de 26,94 °C a 30,76 °C, com média de 28,13 °C. Esses valores estão de acordo com os de referência para as fazendas de carcinicultura: 26,0 °C - 31,5 °C, Bastos et al. (2011); 25,0 °C - 31,5 °C, Grego et al. (2009); 25 °C - 30 °C, Otsuka et al. (2014); 27,9 °C - 29,0 °C, Santos et al. (2009) e 25 °C - 30 °C, Vieira et al. (2010). A salinidade manteve valores entre 51,29 ppt e 19,12 ppt, com média anual de 39,7 ppt, classificada por Esteves (2011) como hipersalina. Os valores encontrados neste estudo foram superiores aos de referência de alguns sistemas produtivos de carcinicultura: 15-25 ppt, Alves e Mello (2007); 12,92-35,41 ppt, Borges et al. (2012); 15 ppt, Ferreira et al. (2011) e 22,3 ppt, Garcia et al. (2009), (Tabelas 2 e 3). Os valores de salinidade e de temperatura foram inversamente proporcionais aos de oxigênio dissolvido. Essas informações corroboraram os resultados encontrados por Boyd e Tucker (1998), que constataram que a solubilidade do oxigênio diminui com a elevação da temperatura associada à salinidade.

Segundo Esteves (2011), em ambientes estuarinos, o pH atua no metabolismo das comunidades aquáticas pela alteração da permeabilidade da membrana celular. Os valores encontrados nos estuários dos Ros Timonha e Ubatuba variaram entre 7,19 e 9,42, com média de 7,99. Alguns desses estão acima dos critérios exigidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) que estabelece pH entre 6,5 e 8,5 para águas salinas da classe 1. Na maioria dos estudos anteriores, foram sugeridos valores de referência de pH entre 7 e 10, tais como: 7,0-8,5, Boyd e Zimmermann (2010); 7-4, Garcia et al. (2009) e 7,05-8,88, Silva et al. (2009), (Tabelas 2 e 3). Ecossistemas aquáticos com elevados valores de pH são frequentemente encontrados em regiões fortemente influenciadas pelo mar, ricas em cálcio, que favorecem a formação da amônia tóxica não ionizada (Esteves, 2011; Sá, 2012).

Tabela 2. Valores máximos, médios e mínimos de parâmetros ambientais obtidos em pontos de coleta do estuário dos rios Timonha e Ubatuba.

	Parâmetro ambiental	Máximo	Médio	Mínimo	Desvio-padrão
Na água	Amônia (mg L ⁻¹)	0,060	0,008	0,000	0,011
	Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	6,071	1,189	0,091	1,038
	Nitrito (mg L ⁻¹)	0,787	0,051	0,000	0,086
	Ortofosfato (mg L ⁻¹)	0,022	0,004	0,000	0,005
	Nitrato (mg L ⁻¹)	1,683	0,223	0,000	0,179
	Fósforo total (mg L ⁻¹)	0,413	0,035	0,000	0,046
	Clorofila-a (µg L ⁻¹)	99,953	9,252	0,000	20,102
	Temperatura (°C)	30,760	28,130	26,940	0,716
	Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	7,310	4,687	2,160	1,370
	Condutividade (mS cm ⁻¹)	78,708	62,259	33,851	9,755
	Salinidade (ppt)	51,290	39,472	19,120	7,173
	pH	9,420	7,994	7,194	0,326
	Transparência (m)	3,650	1,639	0,570	0,743
No sedimento	SST (mg L ⁻¹)	0,137	0,050	0,001	0,027
	Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	2,505	1,637	0,220	0,696
	Fósforo total (mg L ⁻¹)	0,434	0,171	0,014	0,084
	Matéria orgânica (%)	30,768	8,858	1,360	5,172
	Carbono total (%)	13,695	3,551	0,079	2,394
	Carbono orgânico (%)	12,449	3,228	0,072	2,176
No ar	Vento (ms ⁻¹)	10,900	2,559	0,120	2,391

Tabela 3. Média anual de alguns parâmetros ambientais citados na literatura disponível e os que constam e estão recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Parâmetro ambiental	Média anual	Valor recomendado	Referências
Amônia (mg L ⁻¹)	0,008	≤0,40 mg L ⁻¹	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,051	≤0,07 mg L ⁻¹	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	0,004	< 0,4 mg L ⁻¹	Alves e Mello, 2007
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,223	≤0,40 mg L ⁻¹	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Fósforo total (mg L ⁻¹)	0,035	≤0,062 mg L ⁻¹	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Clorofila-a (µg L ⁻¹)	9,252	0,05-0,075 µg L ⁻¹	Boyd e Tucker, 1998
Temperatura (°C)	28,130	25-30 °C	Vieira et al., 2010
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	4,687	>6 mg L ⁻¹	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Salinidade (ppt)	39,472	12,92- 35,41 ppt	Borges et al., 2012
pH	7,994	6,5 a 8,5	Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005
Transparência (m)	1,639	0,4-2,4 cm	Otsuka et al., 2014

Entre os elementos mais exigidos pelas células vivas, estão os compostos de nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato), indispensáveis à regulação do metabolismo aquático (Esteves, 2011; Benevides; Vargas, 2016). A amônia entra no sistema por excreção, decomposição e mineralização de produtos metabólicos de animais cultivados e da alimentação não consumida, por meio do processo de nitrificação, dando origem ao nitrito e ao nitrato (Campos et al., 2012; Barbieri et al., 2014). Os valores médios de amônia, de nitrito e de nitrato foram, respectivamente, 0,008; 0,051; e 0,223 mg L⁻¹, de acordo com os padrões de referência exigidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) qualidade de água classe 1. Nos estudos anteriores, realizados em fazendas de carcinicultura, foram sugeridos valores de referência para amônia, nitrito e nitrato, respectivamente, <0,1, <0,1; e <10 mg L⁻¹, Ferreira (2009); 0,2; 0,2; e 0,7 mg L⁻¹, Ferreira et al. (2011), (Tabelas 2 e 3).

A clorofila-a é o elemento celular responsável pela fotossíntese na maioria dos vegetais aquáticos. Segundo Leonardo et al. (2011), sua concentração é um bom indicador de biomassa de fitoplâncton no meio e sua permanência é extremamente necessária ao bom funcionamento dos sistemas produtivos de carcinicultura. Além de gerar boa parte do oxigênio dissolvido do sistema, as algas são a base alimentar das larvas de camarão (Sá, 2012). Neste estudo, os valores de clorofila-a variaram de 0,00 a 99,95 $\mu\text{g L}^{-1}$, com valor médio de 9,25 $\mu\text{g L}^{-1}$. Segundo o estudo de Boyd (1998), o valor de clorofila-a deve estar acima de 5 mg m^{-3} , podendo chegar até 75 mg m^{-3} . Já Ferreira et al. (2011) determinaram que esse valor deve permanecer acima de 10 mg m^{-3} para o bom funcionamento do sistema. Os valores de clorofila-a estão em desacordo com os estudos anteriormente mencionados, podendo ser indícios de processos de eutrofização. Segundo Barreto et al. (2013), os efeitos potenciais desencadeados pelo processo de eutrofização estão ligados à diminuição da transparência da água. No presente estudo, esse parâmetro apresentou um valor médio de 1,63 m e esteve de acordo com outros estudos realizados em estuários no Nordeste: 0,8-2,4 m, Aquino et al. (2012); 0,25-2,7 m, Bastos et al. (2011); 0,20-4,0 m, Grego et al. (2009) e 0,3-2,4 m, Otsuka et al. (2014), (Tabelas 2 e 3).

O fósforo atua no metabolismo dos seres vivos junto ao armazenamento de energia e na estrutura da membrana celular, além de ser um fator limitante para a produção primária (Eschrique, 2011). Neste estudo, o fósforo total apresentou valores entre 0,00 e 0,022 mg L^{-1} , com média anual de 0,004 mg L^{-1} . Segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) o valor de referência máximo desse parâmetro gira em torno de 0,062 mg L^{-1} , para águas salinas. Em estudos realizados em fazendas de carcinicultura, foram encontrados valores semelhantes: 0,003-0,34 mg L^{-1} , Boyd e Zimmermann (2010); 0,2 mg L^{-1} , Ferreira et al. (2011) e 0,015 mg L^{-1} , Vasco et al. (2010). O fósforo também é um componente essencial à vida; as plantas absorvem essa substância

diretamente da água e os animais a consomem do alimento (Garcia et al., 2009). O fósforo inorgânico, dissolvido na água, na presença de oxigênio dissolvido, resulta na formação do ortofosfato. Neste estudo, o ortofosfato variou entre 0,000 e 0,022 mg L⁻¹, com média anual de 0,004 mg L⁻¹, permanecendo dentro dos limites estabelecidos em estudos anteriores: < 0,4 mg L⁻¹, Alves e Mello (2007); < 0,5 mg L⁻¹, Nunes et al. (2005), (Tabelas 2 e 3).

De acordo com Santos et al. (2009), as principais formas de ocorrência do nitrogênio em meio aquático são os compostos orgânicos amônia, nitrito e nitrato. De acordo com os mesmos autores, a presença de amônia pode caracterizar a poluição por esgoto doméstico; a presença de nitrato, a poluição remota; e o nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato. Os valores de nitrogênio total foram diretamente proporcionais à salinidade e ao fósforo total. O aumento da concentração de nitrogênio total pode gerar a maior presença de fósforo total, originado pelo manejo inadequado de rações e/ou pelo descarte de dejetos urbanos no rio (Queiroz; Boeira, 2007; Melo, 2013). Em relação à salinidade, a baixa concentração facilita o processo de nitrificação, ou seja, a conversão de amônia em nitrato (Spelta, 2016). O aumento da concentração de nitrito, que apresentou valor máximo de 0,787 mg L⁻¹, pode ter sido incrementado pelo aumento da temperatura e diminuição do pH (Tabelas 2 e 3), corroborando com Santos et al. (2009), que encontraram uma correlação negativa entre o nitrito e o pH no estuário da Bacia do Pina em Recife.

Segundo Esteves (2011), a clorofila-a tem grande importância ecológica em meio aquático, fornecendo indicadores dos demais níveis tróficos. O aumento da concentração de clorofila-a pode ter gerado um aumento dos valores de fósforo total, de nitrito e de temperatura e diminuição de nitrogênio total, de pH e de salinidade, corroborando com Santos et al. (2009), que encontraram, por meio do índice de *Spearman*,

correlações positivas entre a clorofila-a e o nitrito no estuário da Baía do Pina, Recife, PE, em maré alta. A abundância e a diversidade das comunidades zooplancônicas podem resultar na eutrofização dos corpos hídricos pelo aumento da clorofila-a e diminuição da salinidade (Serpe et al., 2010; Aquino et al., 2012).

Variação espacial dos parâmetros ambientais de qualidade de água no estuário

Examinando-se a variação longitudinal dos parâmetros ambientais de qualidade de água entre os pontos de coleta do estuário dos rios Timonha e Ubatuba, iniciando na entrada do mar aberto e navegando em direção ao interior, até a cidade de Chaval, foram encontradas fortes alterações ambientais, indicando que as mudanças longitudinais são marcantes e podem ocorrer até mesmo em ambientes preservados, mas também podem mostrar situações de alerta e possíveis desequilíbrios ambientais (Figura 4).

O mar aberto, assim como o estuário, oferece características indicadoras de ambientes naturais preservados, ou seja, sem influências dos fatores antrópicos. A velocidade do vento apresentou médias entre 0,83 e 6,34 ms^{-1} , e o ponto P4 apresentou a maior velocidade do vento. Por se tratar de uma área aberta, na foz do estuário, esse ponto recebe fortes influências diretas do mar. Esse parâmetro ambiental (velocidade do vento) pode incrementar a mistura dos estratos de água e, dependendo da intensidade, revolver as camadas mais profundas de substrato, trazendo nutrientes para a superfície e incrementando o teor de oxigênio dissolvido no fundo.

No ponto P4 (mar aberto) foram encontrados valores expressivos de OD durante o período em estudo, que pode ser explicado pela intensidade dos ventos, a qual mantém a mistura na coluna de água, impedindo a estratificação térmica. A mistura de água também promove a elevação do teor superficial de nutrientes, incrementando a concentração de clorofila-a, ou seja, quanto mais próximo do mar aberto, mais elevada essa concentração, entretanto, conforme se adentra no estuário, a concentração diminui, constatando-se um incremento com a proximidade da cidade de Chaval.

De acordo com os estudos de Souza et al. (2009) em Ilhéus, na Bahia, foram observadas fortes concentrações de clorofila-a na região externa do estuário do Rio Cachoeira, próxima ao mar aberto. Provavelmente, deve-se ao elevado teor de nutrientes oriundos dos efluentes dessa cidade. Segundo Santana et al. (2015), o aumento da concentração de nutrientes na água tem como consequência o aumento da produtividade primária, podendo acelerar o processo natural de eutrofização. O pH, em mar aberto, permanece em torno de 8,0 e diminui conforme adentra no continente e se aproxima de Chaval, ou seja, a água se torna mais ácida. Provavelmente, isso se deve à presença da maior quantidade de CO_2 dissolvida na água, despejada no estuário pelas atividades domésticas e industriais dessa cidade. Os despejos aceleram a oxidação orgânica, que, aliada ao aumento de matéria orgânica dos organismos fotossintetizadores, pode produzir mais dióxido de carbono (CO_2) e diminuir o pH da água (Sperling, 1996; Nozaki et al., 2014).

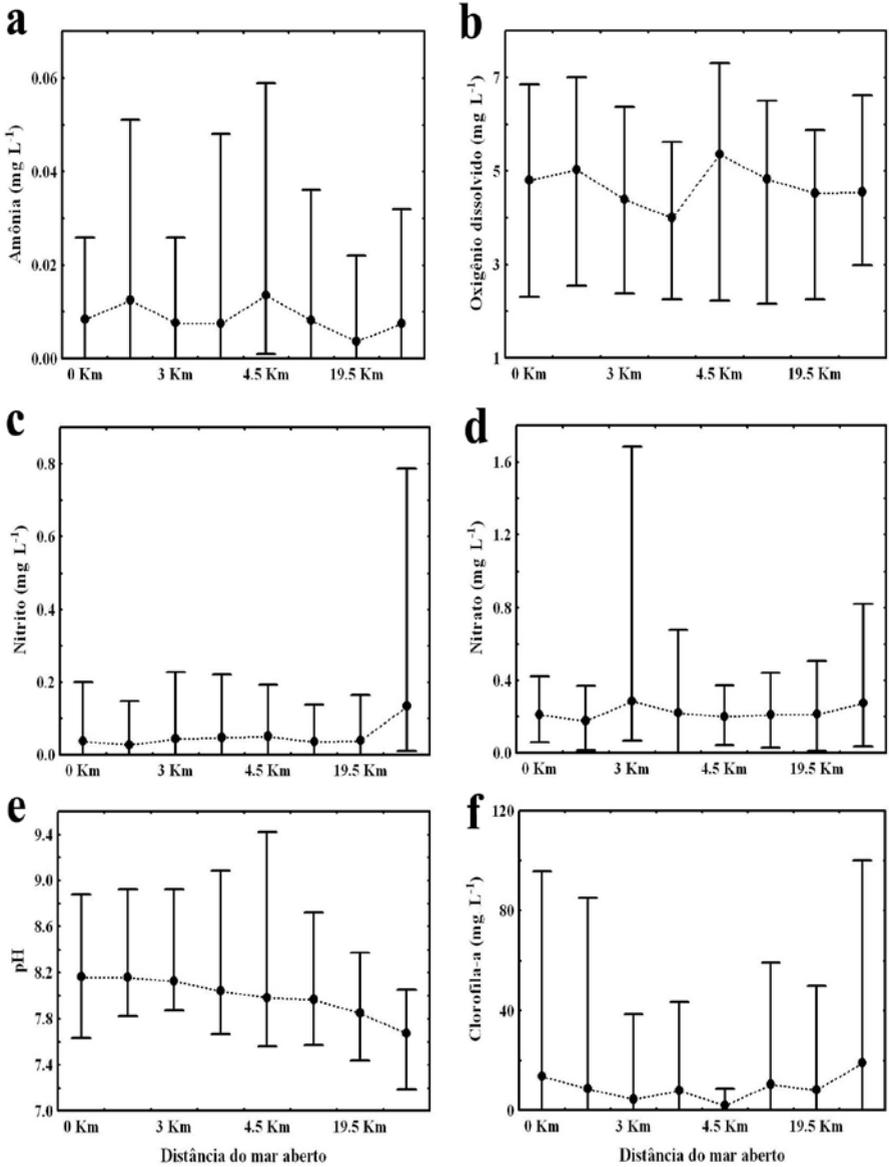


Figura 4. Distância do mar aberto sobre os parâmetros ambientais de qualidade de água do estuário (P4 - 0 km; P5 - 3.5 km; P8 - 4.5 km; P6 - 6.5 km; P7 - 7.8 km; P3 - 10 km; P2 - 15 km; P1 - 18 km).

Já próximo à cidade de Chaval, as ações antrópicas desencadeiam um aumento das concentrações de matéria orgânica, principalmente nitrito, nitrato e clorofila-a (Figura 5). Segundo Souza et al. (2009), as maiores concentrações de clorofila-a foram encontradas onde existe grande disponibilidade de nutrientes inorgânicos dissolvidos na água, utilizados para a produção primária, principalmente os oriundos dos efluentes industriais. Já Eschrique et al. (2010) observaram que o descarte incorreto dos efluentes domésticos nas margens de um corpo hídrico pode desencadear um aumento das concentrações de nitrato. Em relação ao nitrito, sua concentração aumentou próximo à cidade, podendo ser justificada pela presença de diversos pontos de descarte de esgoto doméstico (Bucci; Oliveira, 2012; Souza et al., 2015). Dessa forma, a presença de nitrogênio oxidado e de clorofila-a no meio aquático é elemento regulador do processo de eutrofização originado pelas ações antrópicas da cidade de Chaval. Os valores médios de nitrito, de nitrato e de clorofila, com $0,051 \text{ mg L}^{-1}$; $0,223 \text{ mg L}^{-1}$; e $9,252 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente, estão de acordo com resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) e, segundo Botelho e Tornicielo (2014), são o resultado da baixa produtividade primária e indícios do início de um processo de eutrofização.

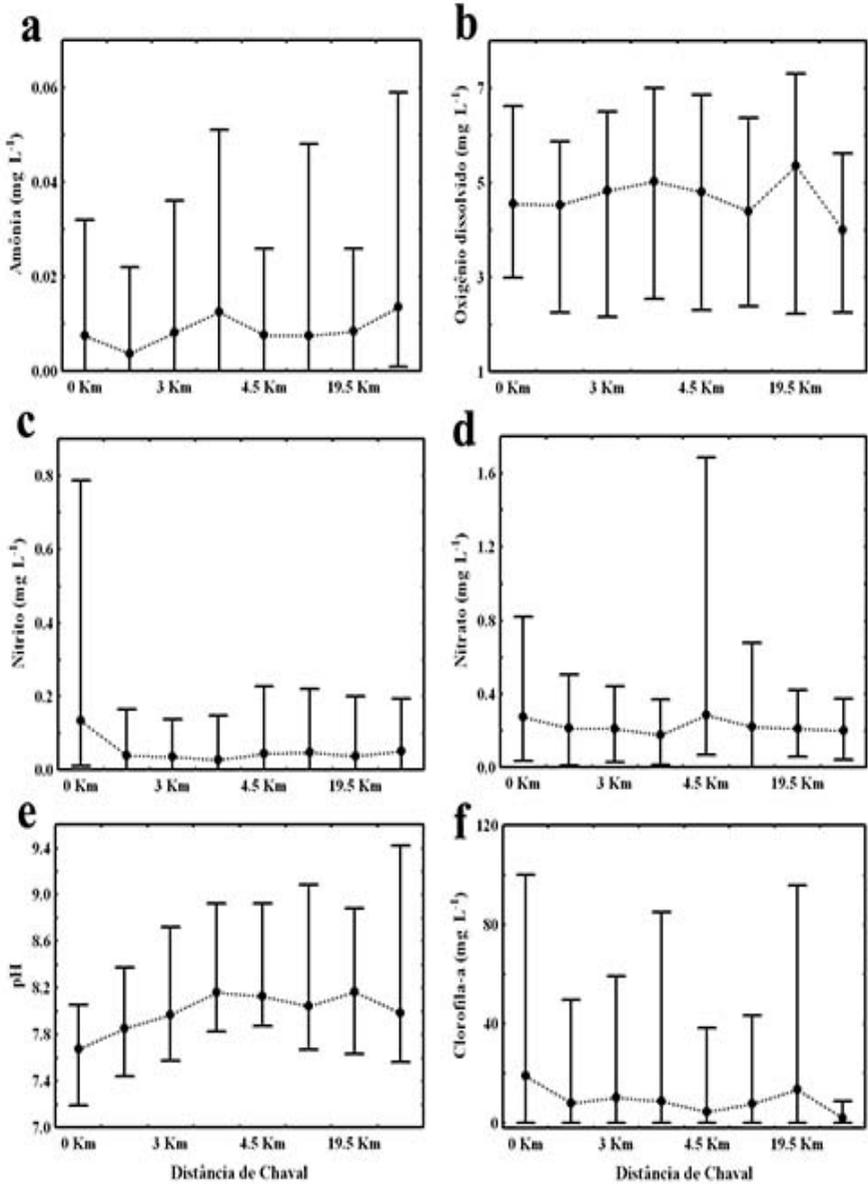


Figura 5. Distância da cidade de Chaval sobre os parâmetros ambientais de qualidade de água do estuário (P1 - 0 km; P2 - 3 km; P3 - 5 km; P5 - 15 km; P8 - 16 km; P6 - 18 km; P4 - 18 km; P7 - 19,3 km).

Conclusões

Os resultados encontrados indicam que o estuário dos rios Timonha e Ubatuba, apesar da forte presença de atividades humanas locais, tanto no entorno das cidades próximas quanto nos sistemas produtivos de maricultura do entorno, foi considerado um ecossistema bem-preservedo e em equilíbrio ecológico-ambiental. Sendo assim, o estuário apresenta condições adequadas à vida aquática, podendo atender às necessidades de subsistência das populações ribeirinhas, para a manutenção dos sistemas produtivos de maricultura. Entretanto é importante estar sempre atento aos sinais climáticos, temporais e ambientais por meio de práticas constantes de monitoramento, pois os impactos antrópicos podem ocorrer, alterando rapidamente um equilíbrio natural dentro de um ecossistema costeiro, prejudicando as atividades de subsistência e os sistemas produtivos e diminuindo a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas.

Referências

- ALVES, C. S.; MELLO, G. L. **Manual para o monitoramento hidrobiológico em fazendas de cultivo de camarão**. Recife: FAEPE: SEBRAE-PE, 2007. 58 p.
- AQUINO, E. P. de; FIGUEIREDO, L. G. P.; ANJOS, D. L. dos; PASSAVANTE, J. Z de O.; SILVA-CUNHA, M. da G. G. da. Biomassa fitoplanctônica e fatores ambientais em um Estuário Tropical do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 40, n. 1, p. 17-28, 2012.
- BARBIERI, E.; MARQUES, H. L. de A.; BONDIOLI, A. C. V.; CAMPOLIM, M. B.; FERRARINI, A. T. Concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananeia-SP. **O Mundo da Saúde**, v. 38, n. 1, p. 105-115, 2014.
- BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. da. S. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, 2013.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO, R. C. A.; MUNIZ, K. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca, Pernambuco - Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2011.

- BATISTA, D. F.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I.; BARBOSA, G. R. Avaliação do oxigênio dissolvido nas águas do Ribeirão Paraíso em Jataí-GO e córrego Tamanduá em Iporá-GO. **Caminhos Geografia**, v. 18, n. 64, p. 296-309, dez. 2017.
- BENEVIDES, A.; VARGAS, R. R. Análise físico-química em amostras de águas da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande. **Revista Educação**, v. 11, n. 3, p. 51, 2016.
- BORGES, G. C. P.; CUNHA, M. G. G. S.; SANTIAGO, M. F.; LIMA, J. C. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em área portuária, Nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 40, n. 2, p. 309-318, 2012.
- BOTELHO, R. G.; TORNISIELO, V. L. Avaliação espaço-temporal da clorofila-a e do índice de estado trófico no Rio Piracicaba, São Paulo, Brazil. **Holos Environment**, v. 14, n. 2, p. 124-134, 2014.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. (ed.). **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
- BOYD, C. E.; ZIMMERMANN, S. Grow-out system-water quality and soil management. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M. N. (ed.). **Freshwater prawns: biology and farming**. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. p. 239-255.
- BUCCI, M. M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de. A interferência das atividades antrópicas na qualidade da água em reservatório de abastecimento urbano. Estudo de caso: represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Eclética Química**, v. 37, p. 9-22, 2012.
- CAMPOS, B. R. de; MIRANDA, K. C. F.; D'INCAO, F.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Toxicidade aguda da Amônia, Nitrito e Nitrato sobre os juvenis de camarão rosa *Farfantepenaeus Brasiliensis* (Latreille, 1817) (Crustacea: Decapoda). **Atlântica**, v. 34, n. 1, p. 75-81, 2012.
- CASTRO, N. F.; FEITOSA, F. A. do N.; FLORES MONTES, M. de J. Avaliação das condições ambientais do estuário do rio Carrapicho (Itamaracá- PE): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 1, p. 77-93, 2014.
- CLEMENTE, L. Z. Estudo da qualidade da água e estrutura populacional dos camarões de água doce da lagoa acampamento. **Anais do ENIC**, v. 1, n. 4, 2015. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1757>. Acesso em: 29 jul. 2022.
- COMISSÃO ILHA ATIVA. **Pesca Solidária**, 2014. Disponível em: <http://www.comissaoilhaativa.org.br/projetopescaolidaria/>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357 de 17 mar. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 20 jul. 2022.

COSTA, W. de M.; GÁLVEZ, A. O.; BRITO, L. O.; SANTOS, E. L. Produção de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas com diferentes níveis de Proteína vegetal e animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 303-310, 2008.

D'ASSUMPÇÃO, A. L. G.; ALMEIDA, M. M. M.; PAULA, D. P.; LIMA, Y. C. P.; ALEXANDRE, A. M. B. Qualidade da água no estuário do rio Pirangi-CE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 8., 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

DIAS, C. B. **Dinâmica do sistema estuarino Timonha/Ubatuba (Ceará - Brasil):** considerações ambientais. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E. (ed.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005. 1368 p.

ESCHRIQUE, S. A. **Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do Nordeste e Sudeste do Brasil**. 2011. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

ESCHRIQUE, S. A.; BRAGA, E. de S.; MARINS, R. V. Temporal variation of nutrients in transitional seasonal periods (dry-rainy) in the Jaguaribe Estuary-Ceará, Brazil. In: SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS - SHEWC'2010, 10., 2010, São Paulo. **Converging towards sustainability**: proceedings. São Paulo: COPEC - Council of Researches in Education and Sciences, 2010. p. 66-70.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FERREIRA, N. C. **Aplicação de índices de qualidade de água (IQA) como apoio a carcinicultura marinha**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

FERREIRA, N. C.; BONETTI, C.; SEIFFERT, W. Q. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, v. 318, n. 3-4, p. 425-433, 2011.

GARCIA, C. A. B.; SANTOS, G. P.; GARCIA, H. L. Análise dos parâmetros físico-químicos dos viveiros de camarão na grande Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 11, n. 2, p. 209-225, jul./dez. 2009.

GREGO, C. K. da S.; FEITOSA, F. A. do N.; SILVA, M. H. da; CUNHA, M. da G. G. da S.; NASCIMENTO FILHO, G. A. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, v. 31, n. 2, p. 183-198, 2009.

HENARES, M. N. P.; CAMARGO, A. F. M.; BIUDES, J. F. V.; VALENTI, W. C. Impacto da manutenção de reprodutores de *Macrobrachium rosenbergii* na qualidade da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 2, p. 183-190, 2011.

JALES, M. C.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; BASTOS, R. B.; MACHADO, R. C. A. O ecossistema recifal de Serrambi (nordeste do Brasil): biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos. **Atlântica**, v. 34, n. 2, p. 87-102, 2012.

LACERDA, S. R. **Variação diurna e sazonal do fitoplancton no estuário do rio Paripe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil)**. 1994. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pernambuco, Recife.

LEONARDO, A. F.; CORREA, C. F.; BACCARIN, A. E. Qualidade da água de um reservatório submetido à criação de tilápias em tanques-rede, no Sul de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 4, p. 341-354, 2011.

MEIRELES, A. J. **Carcinicultura: desastre socioambiental no ecossistema manguezal do nordeste brasileiro**. Brasília, DF: CONAMA, 2014. 3 p.

MELO, M. E. S de. F. **Aplicação dos processos de nitrificação e desnitrificação em um sistema de reuso direto planejado da água para cultivo superintensivo de camarão marinho**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MELO, S. P.; ROCHA, F. M. R. da; SOUZA, L. I. de; CLARO, P. dos P. Aprendizagem coletiva no estuário dos rios Timonha e Ubatuba (PI/CE). In: ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS RURAIS, 6., 2014, Campinas. **Desigualdade, exclusão e conflitos nos espaços rurais**. Campinas: FEAGRI, 2014. 1 CD-ROM.

NOZAKI, C. T.; MARCONDES, M. A.; LOPES, F. A.; SANTOS, K. F.; LARIZZATTI, P. S. C. Comportamento temporal de oxigênio dissolvido e pH nos rios e córregos urbanos. **Atas de Saúde Ambiental - ASA**, v. 2, n. 1, p. 29-44, jan-abr, 2014.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; OLIVEIRA, G. G.; LIMA, R. C.; MIRANDA, P. T. C.; MADRID, R. M. **Princípios para boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, Instituto de Ciências do Mar, 2005. 109 p. Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará.

OTSUKA, A. Y.; FEITOSA, F. A. do N.; MONTES, M. de J. F.; SILVA, M. H. da; TRAVASSOS, R. K. Condições ambientais do estuário do rio Botafogo (Itamaracá-Pernambuco-Brasil): clorofila *a* e algumas variáveis ambientais. **Tropical Oceanography**, v. 42, nesp., p. 111-127, 2014.

QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia nos viveiros de aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 5 p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado técnico, 44).

RODRIGUES, E. I.; CUTRIM, M. V. J. Relações entre as variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas de três áreas estuarinas da costa Norte do Brasil - São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, Estado do Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 43, n. 2, p. 45-54, 2010.

SÁ, M. V. C. **Limnocultura**: limnologia para aquicultura. Fortaleza: UFC, 2012. 218 p.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L. V. C.; ABESSA, D. M. S. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil – revisão. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 48, n. 2, p. 93-115, dez. 2015.

SANTOS, T. G. dos; BEZERRA JUNIOR, J. L.; COSTA, K. M. P. da; FEITOSA, F. A. do N. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um Estuário Tropical (Bacia do Pina, Recife, PE). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 95-109, jan. 2009.

SERPE, F. R.; ADLOFF, C. T.; CRISPIM, M. C.; ROCHA, R. M. Comunidade zooplanctônica em um estuário hipersalino no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p. 51-73, 2010.

SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GERGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfítolâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 355-368, jun. 2009.

SOUZA, A. C. de; D'ANDREA, A. F.; SILVA, O. A. da; ALBUQUERQUE, J. G. de; SILVA, F. K. F. da. Análise exploratória da qualidade da água do estuário do Rio Paraíba, Cabedelo-PB, empregando análise de componente principal. In: ENCONTRO INTERCONTINENTAL SOBRE A NATUREZA (O2), 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: IHAB, 2015. Disponível em: https://www.ihab.org.br/o2015/trabalhos_completos/4.pdf. Acesso em: 25 jul. 2022.

SOUZA, M. F. L. de; EÇA, G. F.; SILVA, M. A. M.; AMORIM, F. A. C.; LOBO, I. P. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no Estuário do Rio Cachoeira, Nordeste do Brasil. **Atlântica**, v. 31, n. 1, p. 107-121, 2009.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. (ed.). **World atlas of mangroves**. 1st ed. London: Earthscan, 2010. 336 p.

SPELTA, A. C. F. **Caracterização e avaliação da qualidade da água de sistema intensivo de produção de camarão com bioflocos em diferentes salinidades**. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. 242 p.

TANCREDO, K. R.; NOBREGA, R. O.; DIAS, T.; LAPA, K. R. Impactos ambientais da carcinicultura brasileira. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo, SP. **Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world**. São Paulo, SP: Universidade Paulista, 2011. p. 18-20.

VASCO, A. N.; MELLO JÚNIOR, A. V.; SANTOS, A. C. A. da S.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E. D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia Plena**, v. 6, n. 9, out. 2010. Disponível em: <https://scientiaplenu.emnuvens.com.br/sp/article/view/96/57>. Acesso 25 jul. 2022.

VIEIRA, R. H. S. dos F.; ROCHA, R. dos S.; CARVALHO, E. M. R. de; SOUSA, O. V.; GESTEIRA, T. C. V. Vibrio na água e sedimento de viveiros de quatro fazendas de carcinicultura no estado do Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal**, v. 47, n. 6, p. 454-460, 2010.

VINATEA, L.; MUEDAS, W.; ARANTES, R. The impact of oxygen consumption by the shrimp *Litopenaeus vannamei* according to body weight, temperature, salinity and stocking density on pond aeration: a simulation. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 2, p. 125-132, 2011.

Embrapa

Meio-Norte

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

