

Universidade do Estado do Pará  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Jackson de Freitas Figueiredo

**Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma comunidade de ostreicultores no estado do Pará**

Belém  
2015

Jackson de Freitas Figueiredo

**Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da  
água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma  
comunidade de ostreicultores no estado do Pará**

Dissertação apresentada como requisito para  
obtenção do título de mestre em Ciências  
Ambientais no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais.

Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Suezilde da Conceição  
Amaral Ribeiro.

Belém  
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP),  
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

---

F475m Figueiredo, Jackson de Freitas

Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma comunidade de ostreicultores no Estado do Pará / Jackson de Freitas Figueiredo; Orientador Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro. -- Belém, 2015.

47 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2015.

1. Água - Análise. 2. Água - Microbiologia. 3. Água - Qualidade. 4. Ostra. I. Ribeiro, Suezilde da Conceição Amaral. II. Título.

---

CDD 628.161

Jackson de Freitas Figueiredo

**Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da  
água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma  
comunidade de ostreicultores no estado do Pará**

Dissertação apresentada como requisito para  
obtenção do título de mestre em Ciências  
Ambientais no Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Ambientais. Universidade do  
Estado do Pará.

Data da aprovação: 25/02/2015

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_ - Orientadora  
Prof<sup>a</sup>. Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro  
Doutora em Engenharia de Alimentos  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ - 1º Examinador  
Prof. Manoel Tavares de Paula  
Doutor em Ciências Agrárias  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ - 2º Examinador  
Prof<sup>a</sup>. Roberta Macedo Cerqueira  
Doutora em Biologia Vegetal  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ - 3º Examinador  
Prof. Gundisauvo Piratoba Morales  
Doutor em Geologia e Geoquímica  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ - Suplente  
Prof. Altem Nascimento Pontes  
Doutor em Física  
Universidade do Estado do Pará

A minha mãe, Maria Normélia (in memorian) pelo apoio e carinho que sempre me ofereceu. Meu esteio. Meu alicerce. Minha inspiração. Meu norte.

A minha esposa, Márcia Figueiredo, sem a qual eu não teria chegado até aqui. Obrigado pelo apoio, carinho, compreensão que a mim foram dispensados ao longo do curso e sempre.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiríssimo lugar, agradeço a Deus por me conceder a vida. Pela Sua presença nas horas difíceis, no árduo caminho que todos percorremos, até chegarmos aqui, no final da batalha (o Mestrado). Na certeza de que Ele continuará comigo e com todos os que não desistirem da guerra. A Ele toda honra e toda a glória pelo presente trabalho e sempre.

Em especial, a quem muito eu prezo e sempre guardarei em meu coração, Maria Normélia de Freitas Figueiredo (in memorian), a quem eu dedico todas as minhas vitórias. Uma grande mestra na disciplina da vida. Uma grande mãe.

A minha querida e amada esposa e professora, Márcia M. de Albuquerque Figueiredo, pelo amor, carinho, dedicação e compreensão ao longo do curso.

Aos meus anjinhos Giovanne, Juliana Ester e Leonardo Bennin, meus filhos, pela alegria de ser pai.

A minha avó materna pela presença, que suas bênçãos sempre estejam estendidas sobre mim.

Em especial, à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro, por sua orientação. Por todos os ensinamentos transmitidos. Pela paciência e compreensão e pela sua valiosa confiança possibilitando a realização deste trabalho.

Àqueles que realmente têm compromisso com a educação, pesquisa e que foram meus professores durante o curso. Obrigado pela competência, pelos conselhos e conhecimentos que muito contribuíram para o meu crescimento e formação profissionais.

Ao Sr. Professor Thiago Brito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal (IFPA/Castanhal), pela cooperação com o fornecimento dos equipamentos e reagentes utilizados neste trabalho.

Ao seu Antônio, presidente da Associação de Pescadores e Aquicultores Artesanais (ASAPAQ) da vila de Santo Antônio do Urindeua em Salinópolis.

Aos companheiros Edson, Peterson (PET) e Thaís, pela companhia e pela contribuição nas análises durante as coletas.

Aos colegas dos transportes do IFPA/Castanhal, pela amizade e apoio logístico durante a realização das coletas.

Aos mestrandos e grandes companheiros de turma: Amanda Gemaque, Bruna Lorena, Bruna Mariáh, Camila Alice, Gerciene Lobato, Haeliton Arruda, Ivanete Cardoso, Maria da Conceição Damasceno, Muller Pimentel, Paulo César e Rejane Rabelo, que o mais sincero sentimento de amizade esteja para sempre guardado em nossos corações.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Há um rio, cujas correntes alegram a cidade de Deus, o santuário das moradas do Altíssimo.”

**Salmos 46:4**

## RESUMO

A região norte do Brasil iniciou o processo de produção de ostras em alguns municípios como Augusto Corrêa e São Caetano no Pará, apresentando resultados positivos impulsionando o surgimento da primeira ostreicultura para fim comercial em Nova Olinda (Augusto Corrêa). Inserida neste contexto, na região nordeste do estado, encontra-se a vila Santo Antônio do Urindeua, que pratica a ostreicultura familiar. A abundância natural de nutrientes marinhos está associada aos bons índices limnológicos como temperatura, salinidade e pH. Contudo, atividades humanas em regiões costeiras têm alterado o uso do solo e dos habitats, modificando as taxas e os balanços dos processos biogeoquímicos naturais, influenciando diretamente na qualidade da água, na abundância nutricional, no metabolismo e crescimento dos organismos. Além disso, ambientes costeiros e estuarinos estão sujeitos a diferentes tipos de contaminação por microorganismos patogênicos, trazendo riscos à saúde, com destaque aos indicadores de poluição fecal, sendo mais utilizados os coliformes, principalmente, os coliformes termotolerantes. Por isso, objetivou-se monitorar a qualidade físico-química e microbiológica da água de cultivo de ostras de acordo com critérios legais de avaliação de qualidade. Em geral, as condições físico-químicas da água de cultivo, apresentaram-se dentro dos limites legais, a exceção da turbidez e da concentração de fósforo, que indicaram valores acima do estabelecido e a concentração de OD da água com valores abaixo do estabelecido na resolução, com o comportamento das variáveis sendo mais favorável à ostreicultura na estação seca. Não houve diferença significativa para coliformes termotolerantes ( $P=0,1$ ). Entretanto, houve diferenças significativas nos pontos e estações para coliformes totais ( $P=0,01$ ). Os altos valores na concentração de coliformes totais encontrados podem representar problemas de saúde pública, visto que a composição microbiológica da água de cultivo informa sobre o grau de poluição microbiana e qualidade higiênica a que estão expostos os moluscos e seus consumidores.

Palavras-chave: ostreicultura, índice limnológico, físico-química, microbiológica, coliformes.

## ABSTRACT

The northern region of Brazil started the oyster production process in some municipalities as Augusto Corrêa and São Caetano in Pará, with positive results driving the emergence of the first oyster farming for commercial purpose in Nova Olinda (Augusto Corrêa). Inserted in this context, in the northeast region of the state, is the Santo Antonio do Urindeua village, who practices family oyster farming. The natural abundance of marine nutrients is associated with good limnological indices such as temperature, salinity and pH. However, human activities in coastal regions have changed the land use and habitat, changing rates and the balance sheets of natural biogeochemical processes, directly influencing the quality of water in abundance nutrition, metabolism and growth of organisms. In addition, coastal and estuarine environments are subject to different types of microorganism contamination, bringing health risks, especially to fecal pollution indicators, the most used coliforms mainly the fecal coliform. Therefore, the objective was to monitor the physical-chemical and microbiological quality of water oyster cultivation according to legal criteria for assessing quality. In general, the physical and chemical conditions of the crop water, were within the legal limits, except turbidity and phosphorus concentration, which indicated above the established values and the DO concentration of the water with values below the set in resolution, with the behavior of the variables being more favorable to oyster farming in the dry season. There was no significant difference for fecal coliform ( $P=0,1$ ). However, there were significant differences in points and stations for total coliforms ( $P=0,01$ ). The high values in concentration found total coliforms may pose public health problems, since the microbiological composition of the pond water informs about the degree of microbial pollution and hygienic quality they are exposed molluscs and their consumers.

Keywords: ostreiculture, limnologic index, physical-chemical, microbiological, coliforms.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS DO ARTIGO 1

Figura 1.0	Localização dos pontos de coletas de água, P I e P II, no rio Urindeua.	25
Tabela 1	Procedimentos e métodos analíticos de amostragem dos parâmetros físico-químicos.	26
Tabela 2	Comparação dos valores médios das concentrações físico-químicas da água, Pontos x Períodos, de ostreicultura de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis - PA. 2014.	27
Tabela 3	Comparação dos valores médios das concentrações físico-químicas da água, Pontos x Períodos, de ostreicultura de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis - PA. 2014.	30

## LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2

Tabela 1	Médias geométricas e valores mínimos e máximos de coliformes totais e termotolerantes nos pontos e estações de coleta em Santo Antônio do Urindeua.	40
----------	---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
SEPOF-PA	Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Estado do Pará
D. P.	Desvio Padrão
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
pH	Potencial Hidrogeniônico
OD	Oxigênio Dissolvido
ED	Enchente Diurna
EM	Enchente Noturna
EC	Estação Chuvosa
ES	Estação Seca
VD	Vazante Diurna
VN	Vazante Noturna
Mm	Milímetro
Ppm	Partes Por Milhão
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez

## LISTA DE SÍMBOLOS

P I	Ponto I de coleta
P II	Ponto II de coleta
°C	Graus Celsius
‰	Por mil, Permilagem ou Partes Por Milhão (ppm)
mg L <sup>-1</sup>	Miligrama por Litro
m/s	Metro por Segundo (Unidade de Velocidade no S I)
NH <sub>3</sub>	Forma Tóxica de Amônia
PO <sub>4</sub>	Fosfato
PT	Fósforo Total
P	Probabilidade

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>15</b>
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	19
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1- ANÁLISE DA QUALIDADE LIMNOLÓGICA DA ÁGUA DE OSTREICULTURA DE SANTO ANTÔNIO DO URINDEUA-SALINÓPOLIS/PA</b>	<b>22</b>
	RESUMO	23
	ABSTRACT	23
	INTRODUÇÃO	24
	MATERIAL E MÉTODOS	25
	Área de Estudo	25
	Amostragem	26
	Análise dos dados	26
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
	Oxigênio Dissolvido (OD)	27
	Temperatura	28
	Amônia (NH <sub>3</sub> )	28
	Fósforo Total (PT)	29
	Salinidade	29
	Potencial Hidrogeniônico (pH)	31
	Turbidez	31
	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	32
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2- DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES NA ÁGUA DE CULTIVO DE OSTRAS DO MANGUE (<i>CRASSOSTREA RHIZOPHORAE</i>) EM SANTO ANTÔNIO DO URINDEUA-SALINÓPOLIS/PA.</b>	<b>35</b>
	RESUMO	36
	ABSTRACT	36
	INTRODUÇÃO	37

MATERIAL E MÉTODOS	39
Amostragem	39
Preparo dos testes e identificação/quantificação dos coliformes	39
Análise dos dados	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42
<b>4 CONCLUSÃO GERAL</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO</b>	
NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 1)	46
Revista Ambiente & Água	
NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 2)	49
Revista Enciclopédia Biosfera	

## 1 - INTRODUÇÃO GERAL

A região norte do Brasil iniciou o processo de produção de ostras em alguns municípios como Augusto Corrêa e São Caetano no Pará. Os primeiros experimentos de cultivo de ostra no estado aconteceram no período de 2001 a 2003, os seus resultados positivos impulsionaram o surgimento da primeira ostreicultura para fim comercial na comunidade de Nova Olinda (Augusto Corrêa), que desenvolveu a atividade com apoio de instituições de pesquisa para enfrentar dificuldades de escala de produção e comercialização (SAMPAIO, 2007).

Atualmente, em alguns municípios do estado verificam-se essa atividade em amplo crescimento, todos em nível comunitário, localizados no litoral do nordeste paraense, inclusive com associações de ostreicultores instaladas nas comunidades, a exemplo da AQUAVILA na vila de Lauro Sodré em Curuçá, a AGRONOL, na comunidade de Nova Olinda em Augusto Corrêa e a ASAPAQ na vila de Santo Antônio do Urindeua em Salinópolis.

Iniciativas para implantação de novos projetos continuam surgindo com incentivo do Governo do estado, tornando necessária a realização de estudos que avaliem o desempenho das experiências de cultivo.

Inserida neste contexto, na região nordeste do estado do Pará, encontra-se a vila de Santo Antônio do Urindeua, que pratica a ostreicultura familiar. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) é um povoado do município de Salinópolis/PA, de coordenadas geográficas 0°42'10"N e 47°22'8"W, com aproximadamente 500 habitantes. Trata-se de uma área estuarina com grande potencial para o incremento dessa atividade, em especial para produção da espécie nativa, denominada *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1928), chamada de ostra do mangue ou nativa, espécie muito apreciada pelos consumidores, necessitando de boas condições microbiológicas e físico-químicas da água do cultivo para sua comercialização.

A água utilizada em atividades aquícolas, como a ostreicultura, por exemplo, está cada vez mais escassa em quantidade e qualidade (RADULOVICH, 2008). Esta é uma realidade mundial, que se complica com o crescimento demográfico e com o desenvolvimento socioeconômico frequentemente acompanhado de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de suma importância ao desenvolvimento e à saúde das comunidades (BUENO *et al.*, 2005), uma vez que, a ingestão de alimentos e/ou águas contaminadas por microrganismos patogênicos é

uma importante causa da ocorrência de doenças diarreicas no Brasil (VAZQUEZ et al., 2012; PONTUAL et al., 2010).

Ambientes marinhos costeiros e estuarinos estão sujeitos a diferentes tipos de contaminação por microorganismos patogênicos, que podem trazer sérios riscos à saúde. Por isso, com o crescente aumento do mercado consumidor de moluscos bivalves torna-se necessário o monitoramento físico-químico e a avaliação da contaminação microbiológica da água de áreas de cultivo, pois como organismos filtradores, têm a capacidade de concentrar e acumular altas densidades de substâncias, resíduos orgânicos, inorgânicos e microorganismos presentes nestes ambientes (RODRIGUES-ARIZA *et al.*, 2002; RODRIGUES, 2011).

As ostras possuem grande capacidade de filtração e conseqüente acúmulo de microorganismos em seu músculo, podendo, assim, agir como portadoras passivas de agentes patogênicos ao homem, quando mantidas em águas poluídas por dejetos humanos (SILVA et al., 2004).

Assim, a presença de micro-organismos na carne dos moluscos está diretamente relacionada com a qualidade do ambiente em que se originam e pode ser utilizada como bioindicadora da qualidade da água (SAPKOTA et al., 2008). Os indicadores da qualidade ambiental têm a capacidade de apontar a existência de organismos patogênicos tanto no ambiente como nos produtos dele provenientes (MUJIKA *et al.*, 2013).

É conhecido que os agentes biológicos mais comuns encontrados são as bactérias, os vírus, os parasitos e toxinas de moluscos. Entre estes, destaca-se a presença de indicadores de poluição fecal no ambiente aquático, sendo mais utilizados para tal os coliformes, principalmente, os coliformes termotolerantes (APHA, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2010). Bactérias do grupo coliformes são as mais utilizadas em escala mundial para verificar a qualidade de águas marinhas e salobras, não se multiplicam com facilidade no ambiente externo e cuja sobrevivência é semelhante à de bactérias patogênicas.

Como indicadoras de poluição fecal recente, estas bactérias estão presentes na flora intestinal do organismo humano e de outros animais homeotérmicos, como também em solos, vegetais ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica, sendo comumente encontrados nas fezes, onde atingem concentrações de 10<sup>8</sup> a 10<sup>10</sup> microorganismos por grama (APHA, 2005), são facilmente isoladas e

identificadas, por isso, as altas densidades destes microorganismos na água indicam elevada contaminação por esgotos (CETESB, 2013).

Segundo Santos (2003), em ambiente estuarino, as bactérias são encontradas tanto na coluna d'água, como no sedimento, podendo ser controladas, reduzidas ou elevadas, dependendo do nível ou comportamento dos parâmetros da água (limnológicos) diretamente ligados à quantidade de matéria orgânica, oriunda do crescente processo de ocupação antrópica e modificações naturais do ambiente.

Desta forma, um fator de extrema importância quanto à implantação de projetos voltados para a ostreicultura diz respeito à qualidade microbiológica e físico-química da água do cultivo. O conhecimento do estado das águas permite auxiliar na definição de usos pretendidos e avaliar sua qualidade, indicando os fatores que causam ou podem causar sua degradação (HADDAD E MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

É na água, com suas propriedades físico-químicas, que estão contidos macro e micronutrientes, gases dissolvidos, sais, etc., que se faz necessária sua caracterização bem como o monitoramento de suas variáveis ambientais a fim de justificar o desenvolvimento dos organismos cultivados ou alterações no seu ciclo biológico, que reflete diretamente o meio em que vivem, contribuindo para o sucesso da produtividade local. Segundo Barreto et al. (2014), realizado de forma correta, o monitoramento quali e quantitativo das águas pode indicar que atividades antrópicas ou naturais são potencialmente degradantes a este recurso, constituindo um dos instrumentos mais importantes no controle ambiental e manutenção dos padrões de qualidade.

Estudos sobre a qualidade da água para cultivo de ostra no Pará tornam-se importantes para a garantia da qualidade desta matéria-prima, levando em consideração que são poucos os estudos sobre o assunto e considerando a grande dimensão deste estado e de sua rede hidrográfica.

Em muitos países existem normas baseadas em análises microbiológicas de alimentos e de água de cultivo. No Brasil, os padrões de qualidade que determinam limites dos parâmetros ou substâncias presentes dependem da classificação das águas interiores, estabelecida segundo seus usos preponderantes, conforme a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005), variando da classe especial até a classe 4.

O trabalho foi estruturado em dois artigos para submissão em periódicos indexados. O primeiro objetivou monitorar a qualidade da água de cultivo de ostras em períodos pluviométricos distintos, avaliando a influência dos mesmos no comportamento limnológico da água, quantificando essa influência de acordo com critérios legais de avaliação da qualidade dos corpos hídricos. Os procedimentos adotados foram baseados na metodologia de American Public Health Association – APHA (2005). O segundo objetivou analisar a qualidade microbiológica da água com a determinação da concentração de coliformes, comparando resultados com os limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/05 para águas do cultivo de ostras com fins de aquicultura e pesca em uma comunidade do nordeste paraense. Os procedimentos adotados foram baseados na metodologia de Silva (2010).

## 1.2 – REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALMEIDA, R. M. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRIANI JR., A. L. Qualidade microbiológica do Córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – São Paulo. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, 1(1): 51-56. 2009.

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF. 20th Edition. 1120p.

BARRETO, L. V.; FRAGA, M. S.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S.; CARVALHO, S. R.; BONOMO, P.; SILVA, D. P. Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio. *Revista Brasileira Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 118-129, 2014.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 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. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, DF., 07 abr. 2005.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25(3): 742-748. São Paulo, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 2013 Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo.

HADDAD, E. A.; MAGALHAES JUNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Carste do alto São Francisco, Minas Gerais. *Geosul*, Florianópolis, v. 25, n. 49, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem\\_final/tabela1\\_15.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_15.pdf)>. Acesso em: 25 outubro 2014.

MORAES, I. R.; MASTRO, N. L.; JAKABI, M.; GELLI, D. S. 2010 Estudo da radiosensibilidade ao <sup>60</sup>Co do *Vibrio cholerae* O1 incorporado em ostras. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, 34(1): 29-32.

MUJIKA, M.; CALVO, M.; LUCENA, F.; GIRONES, R. 2013 Comparative analysis of pathogens and potencial indicators in shellfish. *International Journal of Food Microbiology*, Elsevier Science Ltd., 83: 75-85.

PONTUAL, J. P. S.; FALBO, A. R.; GOUVEIA, J. S. Estudo etiológico da diarreia em crianças hospitalizadas no Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira, IMIP, em Recife, Pernambuco, Rev. Bras. Saúde Mater. Infant., Recife, v.6 , s.1, p.s11-17, Mai. 2010.

RADULOVICH, R. 2008 *Cultivando El Mar*. Agronomia Costarricense. Universidade de Costa Rica – San José, Costa Rica. 30(1): 115-132p.

RODRIGUES-ARIZA, A.; ABRIL, N.; NAVAS, J. I.; DORADO, G.; LOPEZBAREA, J.; PUEYO, C. Metal, mutagenicity, and biochemical studies on bivalves molluscs from spanish coasts. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, United States, (198): 112-124. 2002.

RODRIGUES, P. F. Caracterização Sanitária de áreas de criação de moluscos bivalvos do litoral norte do Estado de São Paulo. São Paulo. 3-66p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, USP). 2011.

SAMPAIO, S.S. Energia que vem da ostra: do extrativismo para o cultivo. Histórias de sucesso, Agronegócios, Aquicultura e Pesca. 2007.

SANTOS, P. R. N. M. Variação espaço-temporal do bacterioplâncton e espacial do bacteriobentos da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, p. 87, 2003.

SAPKOTA, A.; SAPKOTA, A. R.; KUCHARSKI, M.; BURKE J.; MCKENZIE, S. WALKER, P.; LAWRENCE, R. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. *Environment International* 34: 1215-26. 2008.

SILVA, A. M.; VIEIRA, H. S. F.; MENEZES, F.; FONTELES, A. A.; TORRES, C. O.; SANT'ANNA, S. Bacteria of fecal origin in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the Cocó River estuary, Ceará State, Brazil. *Braz. J. Microbiol.* São Paulo, v. 35 n.1- 2, 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. São Paulo - Livraria Varela Editora, 2010.

VAZQUEZ, M. L.; MOSQUERA, M.; CUEVAS, L. E.; GONZALEZ, E. S.; VERAS, I. C. L.; LUZ, E. O.; BATISTA FILHO, M.; GURGEL, R. Q. Incidência e fatores de risco de diarreia e infecções respiratórias agudas em comunidades urbanas de Pernambuco, Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p. 163-171, Jan./Mar. 2012.

**2 – Artigo 1:**

**Análise da qualidade limnológica da água de ostreicultura na comunidade de Santo Antônio do Urindeua-Salinópolis/PA**

Artigo submetido à Revista Ambiente & Água

## **Análise da qualidade limnológica da água de ostreicultura na comunidade de Santo Antônio do Urindeua-Salinópolis/PA**

### **RESUMO**

Devido à influência salina da água do mar, Urindeua desponta para o desenvolvimento da ostreicultura, em especial da espécie nativa, *Crassostrea rhizophorae* ou ostra do mangue. Por isso o objetivo do trabalho, foi analisar a qualidade limnológica da água de ostreicultura, através do monitoramento de variáveis físico-químicas e verificar se os valores encontram-se de acordo com os limites da resolução nº 357 do CONAMA. Para tanto, considerando o regime pluviométrico para a região, foram eleitos dois períodos, estações chuvosa – EC e seca - ES e dois pontos P I e P II. O delineamento experimental obedeceu a um esquema fatorial de 2x2, com verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Após normalização, a significância dos fatores se deu pelo teste F e as médias comparadas por Tukey, 5% de significância. Como resultados, a temperatura máxima da água foi 30,90 °C no P II e mínima de 25 °C em P I. A OD da água apresentou o período seco com os melhores índices de concentração. As maiores concentrações de amônia ocorreram na ES, com ausência ou valores próximos a zero ocorrendo na maioria das análises da EC. Para fósforo total, apenas duas amostras se aproximaram do estabelecido em legislação. No período de menor pluviosidade, foi registrado pico máximo de salinidade de 38 ‰, marcado na maré enchente diurna (ED) do ponto P II e mínimo de 20 ‰ na enchente diurna (ED), ponto P I. Mesmo apresentando pico máximo de 9,37, a amplitude média de pH entre períodos foi pequena, mas, aceitáveis pela resolução para práticas aquícolas. A turbidez apresentou-se intensa, média máxima de 439,43±350 NTU da EC. As diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis em estudo, com exceção do pH, ocorreram geralmente entre as duas estações, o que pode ter relação com as intensas ocorrências das transformações naturais ocasionadas pelo regime pluviométrico.

Palavras-chave: *Crassostrea*, Ostreicultura, Limnológica, Resolução.

## **Analysis of limnological quality the water of oyster Saint Anthony of Urindeua-Salinópolis/PA**

### **ABSTRACT**

In Urindeua dominated by mangroves with some species of oysters characteristics of the region, due to the influence of saline sea water, emerging for the development of oyster farming, especially of native species, *Crassostrea rhizophorae* or native oyster. In order to check the quality of limnological oyster water by monitoring of physical and chemical variables and check if the values are within the limits of resolution nº 357 of CONAMA. Considering the rainfall for the region, were elected two periods, rainy season - EC and dry season - ES and two points P I and P II, considering the stages of the tide. Shapiro-Wilk test - The experimental design was completely randomized, following a factorial 2x2, statistical analyzes to verify the normality of the data were performed. After normalization, the significance of the parameters is given by F test and means were compared by Tukey test at 5% significance level. The maximum water temperature was 30,90 °C in P II and a low of 25 °C in P I. The OD of water presented the dry season with the best levels of concentration. The highest concentrations of ammonia occurred in ES, absence or values close to zero occurring in most analyzes of the JV. For total phosphorus, only two samples approached the established in law. In periods of low rainfall was recorded a peak of 38 ‰ salinity, marked on the daytime flood tide (ED) of point P II and minimum of 20 ‰ in the daytime flood tide (ED) of point P I. Even presenting peak 9,37, the average range of pH between periods was

small, but acceptable for aquaculture practices by resolution. Turbidity was presented intense, average maximum of  $439,43 \pm 350$  NTU EC. Significant differences ( $p < 0.05$ ) for all study variables, except for pH, generally occurred between the two stations, which may be related to the intense occurrences of natural transformations caused by rainfall.

Keywords: Crassostrea, Ostreiculture, limnological, Resolution.

## 1. INTRODUÇÃO

Para que a expansão da aquicultura e suas subáreas, como a ostreicultura, por exemplo, se dê em bases ambientalmente sustentáveis, o desenvolvimento de sistemas mais eficientes do ponto de vista de uso e qualidade da água e menores impactos ambientais e sociais deve ser alvo de pesquisas.

Um fator de extrema importância quanto à implantação de projetos voltados para o cultivo de ostra, diz respeito à qualidade da água de cultivo, o conhecimento do estado dessa água permite auxiliar na definição de usos pretendidos e avaliar sua qualidade, indicando os fatores que causam ou podem causar sua degradação (HADDAD E MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

Inserida no contexto da ostreicultura na região nordeste do Estado do Pará, encontra-se a vila de Santo Antônio do Urindeua, um povoado pertencente ao município de Salinópolis, com aproximadamente 500 habitantes, segundo dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). De acordo com a Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Estado do Pará - SEPOF-PA (2012), em Santo Antônio do Urindeua, nas áreas sujeitas às inundações, predominam os manguezais com algumas espécies de ostras em seu habitat natural, características da região devido à influência salina da água do mar, podendo apresentar assim, condições necessárias para o seu cultivo em cativeiro, em especial para a produção da espécie nativa, denominada *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1928), comumente chamada de ostra do mangue ou nativa.

Segundo Rodrigues (2006) as ostras desenvolvem-se com facilidade em diversos ambientes estuarinos, podendo ser criadas em diferentes formas de cultivo, de acordo com as características de cada área. Alguns autores como Esteves (1998) e Faria et al. (2010), destacam que uma destas características é a temperatura da água, que exerce influência sobre o desenvolvimento de organismos aquáticos, atuando sobre a velocidade das reações metabólicas e sobre a disponibilidade de gases e sólidos dissolvidos na água.

Sabe-se ainda, que a abundância natural de nutrientes no meio marinho está sempre associada aos bons índices limnológicos dos corpos hídricos, como temperatura, salinidade e o pH. Contudo, na situação atual, atividades humanas em regiões costeiras têm alterado o uso do solo e dos habitats, modificando as taxas e os balanços dos processos biogeoquímicos naturais, em decorrência da disposição de efluentes domésticos e industriais, influenciando diretamente na abundância de nutrientes, no metabolismo dos organismos e no crescimento dos moluscos (Ré, 2005).

As ostras alimentam-se basicamente de microalgas e matéria orgânica particulada, através de filtração da água do mar, por isso, o monitoramento da água de cultivo é um fator indispensável quando se quer alcançar bons resultados, pois as oscilações dos parâmetros físico-químicos interferem diretamente na produção do molusco. Portanto, para a qualidade da água do cultivo, devem ser monitorados, dentre outros, todos os parâmetros físico-químicos (Rodrigues, 2006).

Na avaliação de condições favoráveis para o cultivo, também é importante levar em consideração fatores como: existência de navegação marítima e variação de maré (para escolha do sistema de cultivo que será utilizado). Segundo Rodrigues (2006), os locais que

sofrem ação direta das ondas não são indicados para o cultivo, pois as ondas provocam danos às estruturas de cultivo, sendo aconselháveis áreas como baías e estuários.

Neste contexto, os estudos limnológicos são de grande importância para a compreensão da estruturação da ictiofauna tanto em ambientes lênticos, quanto em ambientes lóticos. Segundo Sá (2012) os parâmetros físico-químicos como o pH e o oxigênio dissolvido na água, por exemplo, são frequentemente relacionados às alterações sazonais na estrutura da comunidade e na distribuição das espécies. Por se localizarem em áreas de transição, nos estuários há ocorrência de fortes modificações na entrada de nutrientes e na estabilidade da coluna d'água, podendo influenciar nas oscilações dos parâmetros físico-químicos sujeitos a grandes flutuações diárias, sazonais e espaciais (Schwamborn e Bonecker, 1996).

O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade limnológica da água de ostreicultura na comunidade de Santo Antônio do Urindeua através do monitoramento de variáveis físico-químicas, relacionando a influência das atividades antrópicas na qualidade da água do cultivo e verificar se os valores encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas salinas e salobras.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada na comunidade de ostreicultores de Santo Antônio do Urindeua no município de Salinópolis/Pará. A hidrografia deste município é composta por rios não muito extensos, porém, muito sinuosos, que têm sua foz nas baías que se abrem para o Atlântico. O maior é o rio Maracanã, que separa a sudoeste, Salinópolis do município de Maracanã. Entre os três rios de cursos paralelos, que vertem para a baía do Urindeua, destaca-se o rio Urindeua, o mais largo (Figura 1).

As coordenadas geográficas dos pontos de coletas foram: S 00° 41' 49.0" W 047° 22' 10.7" (ponto I) e S 00° 41' 57.5" W 047° 21' 44.8" (ponto II). Estas coordenadas foram identificadas com a utilização de aparelho GPS GARMIN, modelo GEKO 101. A Figura 1, abaixo, mostra a localização dos pontos de coletas de água no rio Urindeua, área de estudo.



**Figura 1.** Localização dos pontos de coletas de água, P I e P II, no rio Urindeua.

Fonte: Google Earth 2015.

## 2.2. Amostragem

Considerando o regime pluviométrico para a região de acordo com informações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2014), foram realizadas campanhas com a finalidade de monitorar:

- a) dois pontos de coletas que apresentassem relação com o ambiente dos agentes inseridos na prática da ostreicultura (cultivo e comunidade), o ponto I (P I) que é o local de cultivo de ostras e recebe toda a carga do estuário que vem do segundo ponto de coleta durante a vazante da maré, e o ponto II (P II) local de maior concentração urbana, onde as atividades do dia a dia dos moradores são mais presentes e intensas e;
- b) dois períodos, estação chuvosa–EC (janeiro a junho) e estação seca-ES (julho a dezembro).

O levantamento de dados foi sistematizado em obediência à alternância de marés de sizígia e quadratura e suas fases de enchente diurna (ED), vazante diurna (VD), enchente noturna (EN) e vazante noturna (VN). Foram realizadas 12 repetições por ponto em cada estação, totalizando 48 coletas no período de julho de 2013 a junho de 2014. Algumas variáveis, como a velocidade do vento, a temperatura atmosférica e o OD atmosférico foram monitoradas a cada hora, durante todo o ciclo de maré, 24 horas, de acordo com a tábua de previsões de maré para o fundeadouro de Salinópolis/PA fornecida pela Marinha do Brasil. As amostras de água para as análises foram retiradas da mesma profundidade em que se encontravam as mesas de cultivo com os travesseiros de ostras, com utilização de uma garrafa coletora mergulhada a uma profundidade de 2,0 m.

Em cada ponto, foi utilizado um aparelho anemômetro portátil Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro Digital Portátil, modelo THAL-300, utilizado para medir a velocidade do vento, a temperatura atmosférica, a umidade relativa do ar e a incidência de radiação solar. As análises realizadas por todos os equipamentos foram baseadas em Apha et al. (2005).

A metodologia analítica utilizada no monitoramento dos parâmetros segue descrita na Tabela 1, onde foram utilizados aparelhos específicos para cada variável analisada e os resultados obtidos foram comparados com base na resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Brasil, 2005).

**Tabela 1.** Procedimentos e métodos analíticos de amostragem dos parâmetros físico-químicos.

Parâmetros (Variáveis)	Amostragem	Método analítico	Marca/Modelo
Salinidade	In situ	Refratômetro	AT 10 °C
Oxigênio Dissolvido	In situ	Oxímetro	ICEL/OD 4000
Turbidez	In situ	Turbidímetro	HANNA/HI 98703
pH	In situ	pHmetro multifunc.	AQUAVIA/SX723
Temperatura da água	In situ	pHmetro multifunc.	AQUAVIA/SX723
NH <sub>3</sub>	In situ	Kit colorimétrico/reagentes	ALFAKIT/SENIOR
PO <sub>4</sub>	In situ	Kit colorimétrico/reagentes	ALFAKIT/SENIOR

## 2.3. Análise dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, obedecendo a um esquema fatorial de 2x2, constando de dois pontos de coleta das amostras (P I e P II), dois períodos de coleta (Estações Seca e Chuvosa), com doze repetições. Foram realizadas as análises estatísticas para verificação da normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk para k amostras. Após a normalização dos dados, a significância dos fatores estudados foi feita pelo teste F e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, em nível de significância

de 5%. Os dados foram tratados pelo software Microsoft Office Excel 2010 e o BioStat 5.3 (AYRES et al., 2007).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o monitoramento dos fatores abióticos, a variação nictemeral (24 h) dos parâmetros físico-químicos apresentou ventos setentrionais que prevaleceram no ponto localizado no porto Bandeira Branca (ponto P II) na estação chuvosa, com máxima intensidade média de  $4,70 \pm 2,34$  m/s, no mês de abril e mínima de  $0,81 \pm 0,22$  no ponto P I registrada também no mês de abril.

Segundo dados do INMET (2014), o índice pluviométrico anual em Salinópolis é cerca de 2.100 mm, sendo que 90% dessa pluviosidade (1890 mm) se distribuem nos seis primeiros meses do ano (janeiro a junho) e os 10% restantes (210 mm) no restante do ano (julho a dezembro). Apresentando, assim, excedente hídrico anual entre fevereiro e junho e deficiência hídrica de 523 mm, entre agosto e dezembro, justificando a classificação dos períodos em estação seca e estação chuvosa adotada neste trabalho.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores médios da relação dos locais (pontos) com os períodos (estações) dos dados calculados pelo método analítico empregado e teste Tukey (5 %) para as variáveis físico-químicas.

**Tabela 2:** Comparação dos valores médios das concentrações físico-químicas da água, Pontos X Períodos, de ostreicultura de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis - PA. 2014.

Pontos de Coleta	Estação			
	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
	OD atm (mg L <sup>-1</sup> )		OD H <sub>2</sub> O (mg L <sup>-1</sup> )	
P I	7,31 a A	7,42 a A	5,19 a A	3,87 a B
P II	7,47 a A	7,37 a A	5,25 a A	3,73 a B
	T atm (°C)		T H <sub>2</sub> O (°C)	
P I	29,13 a A	27,38 a A	28,60 a A	28,28 a B
P II	28,55 a A	27,72 a A	27,00 a A	27,07 a B
	NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )		PO <sub>4</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	
P I	0,44 a A	0,42 a B	1,69 a A	0,43 a B
P II	0,54 a A	0,42 a B	2,17 a A	0,61 a B

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical (pontos) e maiúscula na horizontal (períodos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 3.2. Oxigênio dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido atmosférico não apresentou diferença significativa nem entre os pontos e nem entre os períodos monitorados (Tabela 2). Já a concentração de OD da água não apresentou diferença significativa entre os pontos, no entanto, entre os períodos amostrados em Urindeua, houve diferença significativa, apresentando declínio na concentração durante a vazante da maré nos dois ambientes. Sendo o período seco indicado pelo teste como o que apresenta melhores índices de oxigênio dissolvido para o cultivo de ostras, apresentando as maiores médias (Tabela 2). Entre as duas estações, seca e chuvosa,  $7,47 \pm 0,29$  mg L<sup>-1</sup> foi o maior valor médio na concentração de OD registrado no ponto P II da estação seca e  $3,73 \pm 0,90$  mg L<sup>-1</sup> como menor valor médio registrado no ponto P II da estação chuvosa.

O valor máximo,  $9,04 \text{ mg L}^{-1}$ , ocorreu na vazante diurna (VD) no ponto P II da estação seca, em agosto de 2013 e mínimo de  $1,59 \text{ mg L}^{-1}$ , na enchente noturna (EN) no ponto P I da estação chuvosa, em março de 2014, efeito contrário do observado em área estuarina da região sul do país, onde Alvarenga et al. (2012) e Bárbara et al. (2010) descreveram em suas pesquisas que o aumento da temperatura no período de estiagem reduz a concentração de saturação de OD, assim, a concentração de OD, segundo os autores, é inversamente proporcional à temperatura da água, tendendo a diminuir durante a estiagem devido a maior intensidade de radiação solar sobre o corpo d'água reduzindo sua solubilidade.

A Resolução 357 do CONAMA determina que os valores de OD, em qualquer amostra, não deve ser inferior a  $6 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , para água salina e não inferior a  $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , para águas salobra e doce. Portanto, para os valores de OD encontrados nesta pesquisa, as águas em Urindeua apresentaram, em geral, valores abaixo dos estipulados pela Resolução.

### 3.1. Temperatura

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na temperatura ambiente (temperatura atmosférica) para os dois pontos (P I e P II) e para as duas estações, com pequena variação obedecendo à característica de clima tropical, quente e úmido, com a máxima de  $32,50 \text{ °C}$  no ponto P II da estação seca (agosto de 2013), e, mínima de  $24,80 \text{ °C}$  no ponto P I da estação chuvosa (abril de 2014).

Para a temperatura da água, a máxima foi de  $30,90 \text{ °C}$  registrada na enchente diurna (ED) no ponto P II em agosto de 2013 (estação seca) e a mínima de  $25 \text{ °C}$ , nos pontos P I e P II, ambas na enchente noturna (EN) em outubro de 2013.

Galvão (2004), estudando áreas de cultivos de moluscos bivalves, também em estuário, encontrou a amplitude da temperatura entre  $25$  e  $30 \text{ °C}$ , similar à encontrada neste trabalho ( $25$  a  $30,90 \text{ °C}$ ).

Não houve diferença significativa nos dois pontos, mas para as duas estações houve diferença ( $p < 0,05$ ). Entre as duas estações, chuvosa e seca, o maior valor médio da temperatura da água foi de  $28,60 \pm 1,28 \text{ °C}$  registrado no ponto P I da estação seca e a menor temperatura média da água  $27,00 \pm 0,93 \text{ °C}$  foi registrada também no ponto P I, da estação seca (Tabela 2).

A diferença estatística significativa entre as temperaturas das duas estações se confirma durante o monitoramento, pois através de observações e conversas com os produtores locais, registrou-se que os elevados índices na temperatura da água na estação seca exerceram influência positiva no metabolismo das ostras, uma vez que, segundo os produtores, a duração do período larval foi mais acelerada neste período quando se registrou a ocorrência de maiores temperaturas da água e disponibilidade de alimento, em oposição ao período chuvoso quando o aumento do índice pluviométrico exerceu uma queda nas temperaturas (atmosférica e da água), contribuindo para o aumento da turbidez, inibindo o crescimento larval das ostras.

### 3.3. Amônia ( $\text{NH}_3$ )

As maiores concentrações de amônia ocorreram na estação seca, com ausência ou valores próximos a zero ocorrendo na maioria das análises da estação chuvosa, fato que pode está relacionado ao elevado índice pluviométrico para a região neste período (INMET, 2014). A concentração máxima,  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ , foi registrada na enchente noturna (EN) e na vazante noturna (VN) no ponto P II na estação seca.

Para a estação seca, a média máxima foi de  $0,54 \pm 0,23 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto P II e média mínima de  $0,44 \pm 0,11 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto P I e P II, ambas em outubro. Para a estação chuvosa, a maior e menor concentração média foi de  $0,42 \pm 0,14 \text{ mg L}^{-1}$ , obtidas nos pontos P I (em março) e P II em fevereiro (Tabela 2).

Os índices de amônia mostraram que houve diferença significativa entre os períodos destacados. Os melhores índices de amônia foram identificados no ponto P II da estação chuvosa, ou seja, valores próximos a  $0 \text{ mg L}^{-1}$ .

Segundo Carvalho e Siqueira (2010), a presença de amônia está diretamente relacionada com o pH. Quanto maior o valor do pH, maior será a porcentagem da amônia total presente na forma  $\text{NH}_3$  não ionizada (forma tóxica).

A resolução 357/2005 do CONAMA determina  $0,40 \text{ mg L}^{-1}$  de N como o valor máximo para a concentração de nitrogênio amoniacal para as classes I de águas salina e salobra. Assim, de acordo com Carvalho e Siqueira (2010) e a resolução, os valores obtidos para a concentração de amônia nos ambientes analisados estão de acordo com a concentração de nitrogênio amoniacal para os ambientes amostrados.

### 3.4. Fósforo Total (PT)

A flutuação de fósforo total entre os pontos e entre os períodos mostrou-se variável, com maior valor médio de  $2,17 \pm 1,39 \text{ mg L}^{-1}$  registrado no ponto P II da estação seca, enquanto que o menor índice médio ocorreu no ponto P I da estação chuvosa ( $0,43 \text{ mg L}^{-1}$ ). O teste de comparação das médias mostrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre os períodos, com os melhores índices de fósforo (menores médias) para o cultivo de ostras na estação chuvosa, principalmente no ponto P I (Tabela 2).

Na estação de menor intensidade pluviométrica, foi registrado o pico máximo de  $1,63 \text{ mg L}^{-1}$  P, nas vazantes diurna e noturna (VD e VN) no ponto P II em agosto e outubro de 2013, respectivamente. O pico mínimo de  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$  de fósforo total foi registrado na estação chuvosa, no ponto P I no mês de março e nos pontos P I e P II no mês de abril.

Para a CONAMA, os índices máximos de fósforo total de águas salina e salobra, são de  $0,062 \text{ mg L}^{-1}$  P e  $0,124 \text{ mg L}^{-1}$  P, respectivamente. Com isso, merecem destaque as coletas realizadas nos meses de março e abril que apresentaram as concentrações médias de  $0,11$  e  $0,07 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, ou seja, estes valores indicam que, das 48 coletas realizadas, apenas duas (4,2 %) coletas apresentaram valores aproximados aos estabelecidos pela resolução para esta variável.

Os valores obtidos nesta pesquisa estão, em geral, acima dos estipulados pela legislação. A concentração máxima e a porcentagem de resultados em desacordo (95,8 %) com a CONAMA podem ser justificadas pelas características do ambiente. Para a concentração de fósforo, por exemplo, o pico máximo calculado em agosto e outubro/2013 no ponto de maior concentração urbana, pode ter ocorrido após um período sem chuvas, seguido de chuvas ocorridas anteriormente ao dia da coleta. Conforme já foi comentado, esta zona de Urindeua é região receptora de sedimentos, e como eles transportam fósforo, pode estar havendo o incremento deste elemento na água. Isso indica que a zona estuarina está sendo impactada por fontes de fósforo.

Segundo Sá (2012), a alteração brusca na concentração de ortofosfato na água pode levar a crescimento fitoplanctônico explosivo, o que é tido como fator de deterioração ou degradação do ecossistema aquático levando em consideração os usos múltiplos do corpo d'água.

### 3.5. Salinidade

O índice de salinidade entre os pontos não apresentou variação, no entanto, entre os períodos houve variação significativa. Comparando os índices de salinidade obtidos entre as estações verificou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos índices de salinidade entre as estações para o mesmo ponto (P I ou P II), com a estação seca apresentando maior índice médio de salinidade ( $30,58 \pm 4,83 \text{ ‰}$ ) para o cultivo de ostra (Tabela 3).

**Tabela 3:** Comparação dos valores médios das concentrações físico-químicas da água, Pontos X Períodos, de ostreicultura de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis - PA. 2014.

Pontos de Coleta	Estação	
	Seca	Chuvosa
<b>Salinidade</b>		
P I	29,00 a A	6,00 a B
P II	30,58 a A	6,00 a B
<b>pH</b>		
P I	7,52 a A	7,69 a A
P II	7,63 a A	7,67 a A
<b>Turbidez</b>		
P I	39,42 a A	288,57 a B
P II	60,69 a A	439,43 a B

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical (pontos) e maiúscula na horizontal (períodos), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No período de menor pluviosidade, foi registrado um pico máximo de salinidade de 38 ‰, marcado na maré enchente diurna (ED) do ponto P II no mês de outubro e mínimo de 20 ‰ na maré enchente diurna (ED) do ponto P I em setembro. O maior valor médio de salinidade  $30,58 \pm 4,83$  ‰ foi registrado no ponto P II da estação seca. O menor índice médio,  $6,0 \pm 3,54$  ‰, foi identificado nas duas estações. Por apresentar altos índices de salinidade, a estação seca é indicada por diversos autores e pelos ostreicultores de Santo Antônio do Urindeua como sendo o melhor período para o cultivo de ostra na região norte do Brasil.

Na estação chuvosa, foi registrado o índice máximo de 15 ‰, em fevereiro/2014 na maré enchente noturna (EN) do ponto P II, enquanto que no mês de abril, para os dois pontos foram registrados índices zero (0 ‰) de salinidade como valor mínimo, ambos na enchente da maré diurna (ED). Fato que pode está relacionado à influência ou o comprometimento do regime pluviométrico na qualidade do cultivo de ostra, caracterizando a estação chuvosa, como o período crítico para a atividade.

Quanto à legislação, a resolução 357/2005 do CONAMA classifica os corpos de águas em águas doces, aquelas que apresentam índice de salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰; águas salobras com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e águas salinas, com salinidade igual ou superior a 30 ‰. Assim, as águas da ostreicultura do Urindeua apresentaram características dos três tipos de classificação (águas doce, salobra e salina). Apesar de a estação chuvosa ter apresentado índice zero (0 ‰) de salinidade (água doce) em dois momentos na coleta do mês de abril, predominaram as águas salobras no restante do período. Enquanto que oscilou entre salobra e salina no período seco, com predominância da classificação salina.

Segundo Reyes (1995), a salinidade ótima requerida para espécie *C. rhizophorae* está em torno de 25 a 30 ‰. Portanto, os valores encontrados neste trabalho para este parâmetro encontram-se dentro dos padrões requeridos pelo autor e pela legislação.

Segundo relatos dos ostreicultores e observações realizadas em campo, a salinidade também influenciou positivamente no crescimento larval, pois a estação seca foi o período em que se observou que as larvas de ostras atingiram maiores tamanhos ou intervalos de crescimento. Neste período foram determinados os maiores índices de salinidade, atingindo

seu pico máximo de 38 ‰, sendo a água classificada como salina pela resolução (salinidade igual ou superior a 30 ‰).

### 3.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

Apesar do pico máximo de 9,37, registrado em uma das coletas do mês de agosto, a amplitude média dos valores medidos entre os dois períodos foi pequena, entre 7,52 ( $\pm 0,26$ ) no ponto P I da estação seca (agosto de 2013) e  $7,69 \pm 0,21$  no ponto P I da estação chuvosa em fevereiro de 2014 (Tabela 3), indicando valores aceitáveis segundo a resolução 357 do CONAMA que estipula valores de pH entre 6,5 e 8,5 para a classe 1 de qualidade de água salina e água salobra, ou seja, água destinada, entre outras atividades, à aquicultura.

Na correlação deste parâmetro com os pontos e períodos não revelou diferença significativa de pH da água nem entre os pontos e nem entre as duas estações. O maior valor médio de potencial hidrogeniônico foi de  $7,69 \pm 0,21$ , registrado no ponto P I da estação chuvosa. Enquanto que o menor índice médio de  $7,52 \pm 0,26$  foi identificado na estação seca.

Alvarenga et al. (2012), Queiroz et al. (2013), Carvalho e Siqueira (2010), estudando outros cursos de água também verificaram a mesma amplitude, porém todos corroboram com o fato de que é difícil estabelecer uma explicação imediata para o comportamento do pH apenas em função de um fator, pois de acordo com Fritzon et al. (2003), o potencial hidrogeniônico é influenciado por inúmeros fatores, tais como sólidos e gases dissolvidos, dureza, alcalinidade, temperatura, fatores bióticos entre outros.

### 3.7. Turbidez

No período de menor intensidade pluviométrica, foi registrado o pico máximo de turbidez de 199 NTU, marcado na enchente noturna (EN) no ponto P II em setembro/2013 e mínimo de 3,86 NTU na vazante diurna (VD) também no ponto P II. Enquanto que na estação chuvosa, foi registrado o índice máximo 1000 NTU na enchente noturna (EN) no ponto P I em abril/2014, e no mês de março, foi registrado o índice mínimo de 23,7 NTU na maré vazante diurna (VD) no ponto P I.

Os altos índices de turbidez na estação chuvosa podem estar diretamente relacionado aos fenômenos naturais provocados pelo aumento do índice pluviométrico na área de estudo, a exemplo da deposição do sedimento e à erosão provocada pelas chuvas e pela força (velocidade) da maré, fatos comuns em Urindeua presenciados com maior intensidade nesta estação. Os altos valores no desvio padrão da turbidez para a maioria das coletas podem demonstrar a grande variação sazonal e alto volume pluviométrico interferindo neste parâmetro.

Segundo Minella et al. (2007), as alterações que ocorrem no sistema aquático são reflexos em parte dos impactos sofridos pelo ecossistema terrestre, sendo o sedimento um importante elo entre esses dois sistemas. Moura et al. (2009) verificaram no rio Cascavel, oeste do Paraná, que a turbidez apresentou resultados elevados no verão, chegando ao maior valor de 106,57 UNT quando o índice pluviométrico foi maior, o que ocasionou revolvimento e transporte dos sedimentos presente no fundo do rio.

Em Urindeua, a força da corrente de marés atua no ambiente através do fluxo de correntes, provocando ressuspensão de material particulado, principalmente nos horários correspondentes à metade do ciclo de marés, o que pode causar estresse na ostra, uma vez que com a elevação da concentração de material particulado, há também o aumento da turbidez. Outro fator que atua no aumento da turbidez é que no período seco observa-se maior presença de pequenas embarcações (rabetas) de pescadores artesanais na captura de mexilhão e abundância de plantas aquáticas que são arrancadas ou cortadas e deixadas na água por eles (interferências antrópicas), além das características líticas dos ambientes e correntes de vento

(interferências naturais), que provocam revolvimento e ressuspensão de sedimentos do fundo, alterando a qualidade da água.

Comparando os índices de turbidez obtidos nos pontos, o teste de comparação das médias mostrou que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os pontos, mas houve diferença entre as estações seca e chuvosa ( $p < 0,05$ ), com o período seco apresentando melhores índices para o cultivo de ostra. O maior valor médio,  $439,43 \pm 350,17$  NTU, foi registrado no ponto P II da estação chuvosa. O menor índice médio,  $39,42 \pm 37,24$  NTU, foi observado no ponto P I da estação seca.

Na estação chuvosa a turbidez atuou como fator inibidor do crescimento, pois de acordo com relatos do presidente da Associação dos ostreicultores do Urindeua o aumento deste parâmetro “faz a ostra gastar mais força”. Cientificamente, o representante da Associação quis dizer que com o aumento da turbidez, a ostra utiliza mais energia, antes destinada ao crescimento, para a filtração das partículas, provocando a mortalidade e interferência na dispersão das larvas no ambiente, uma vez que os ostreicultores passam a ter dificuldade na captura das larvas nesta estação.

#### 4. CONCLUSÃO

Durante o monitoramento dos parâmetros limnológicos da água de ostreicultura do Urindeua foi possível determinar que os mesmos receberam influência direta do regime pluviométrico na atividade de cultivo, contribuindo de maneira positiva, durante a estação seca, para o crescimento e o estado geral de sanidade das ostras cultivadas, conseqüentemente realizando efeito qualiquantitativo sobre a produtividade primária dos ambientes estudados, modificando significativamente a sua composição.

Em geral, as condições físico-químicas da água de cultivo, apresentaram-se dentro dos limites legais da legislação em vigor, a exceção da turbidez e da concentração de fósforo, que indicaram valores acima do estabelecido e a concentração de OD da água com valores abaixo do estabelecido na resolução. Na estação chuvosa, o destaque ficou para estas duas variáveis, que podem ter interferido de forma negativa na qualidade da água e conseqüentemente, no desenvolvimento dos moluscos, atuando principalmente, de forma inibitória de crescimento, provocando inclusive mortes de algumas larvas, segundo os produtores.

A produtividade variou sensivelmente entre os dois períodos estudados, estando mais elevada no período de menor intensidade pluviométrica, quando toda a produção é comercializada devido ao fluxo de turistas na região ser maior no mês de julho e também devido ao festival de mariscos que ocorre no mês de setembro em Santo Antônio do Urindeua.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P; CUARTAS, L. A.; PENTEADO, V. A.; ANDRADE A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi.agua.987>.

American Public Health Association – APHA; American Water Works Association – AWWA; Water Environment Federation – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC, 2005.

AYRES, M.; AYRES JR.; AYRES, D.L.; SANTOS, A. de A. S. dos. **Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas**. BioEstat. 5 ed. Belém, PA, 2007.

BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C.; SIQUEIRA, E. Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista de Biociências**, UNITAU, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.

BOYD, C. E. **Water quality warmwater fish ponds**. Auburn: Auburn University, AL, EUA, p. 359, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, E. Q. Qualidade da água do rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiás, v. 1, n. 1, 2010.

ESTEVEES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 2º ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FARIA, A. C. E. A.; Carmino, H.; Claudemir, M. S.; Wilson, M. F. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e variáveis físicas e químicas em tanques experimentais submetidos a diferentes adubações orgânicas. **Acta Scientiarum**, Maringá, Paraná, v. 23, n. 2, p. 291-297, 2010.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N. E. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, 2003.

GALVÃO, J. A. Qualidade microbiológica da água de cultivo de mexilhões Perna perna (Linnaeus, 1758) comercializados em Ubatuba, SP. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo-USP**, São Paulo, 2004.

HADDAD, E. A.; MAGALHAES JUNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, Florianópolis, v. 25, n. 49, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150620&search=Para/salinopolis/infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 10 maio 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação A215** – Salinópolis, 2014. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H.; REICHERT, J. M.; SANTOS, D. R. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1637-1646, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600039>.

MOURA, A. C.; ASSUMPCÃO, R. A. B.; BUSCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, 2009.

QUEIROZ M. M. F.; DANTAS, E. F.; SILVA, A. L. Qualidade e quantidade da água do rio Piarcó, tributário do rio Piranhas Açu na região nordeste. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, 2013.

RÉ, P. **Biologia Marinha**. Universidade de Aveiro. Lisboa, Portugal, 2002.

REYES, L. M. A. **Fundamentos de acuicultura marina**. Santafé de Bogotá, p. 225, 1995.

RODRIGUES, E. I. Avaliação da sustentabilidade biológica de áreas com potencialidade aquícola estabelecidas pelo zoneamento costeiro do Estado do Maranhão. São Luís. Maranhão, p. 145, 2006.

SÁ, MARCELO V. C. **Limnologia para aquicultura**. Fortaleza. Edições UFC, 2012.

SCHWAMBORN, R.; BONECKER, C. T. **Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a Brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves**. *Archive of Biology and Technology*, 39 (2): 451-462, 1996.

PARÁ (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS - SEPOF, 2012. Disponível em: <<http://www.sepof.pa.gov.br/>>. Acesso em: 10 maio 2014.

TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 700, 1998.

**3 – Artigo 2:**

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E  
TERMOTOLERANTES NA ÁGUA DE CULTIVO DE OSTRAS DO MANGUE  
(*CRASSOSTREA RHIZOPHORAE*) EM SANTO ANTÔNIO DO URINDEUA-  
SALINÓPOLIS/PA.**

Artigo submetido à Revista Enciclopédia Biosfera

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E  
TERMOTOLERANTES NA ÁGUA DE CULTIVO DE OSTRAS DO MANGUE  
(*CRASSOSTREA RHIZOPHORAE*) EM SANTO ANTÔNIO DO URINDEUA-  
SALINÓPOLIS/PA.**

Jackson de Freitas Figueiredo<sup>1</sup>, Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro<sup>2</sup>, Manoel Tavares de Paula<sup>3</sup> Altem Nascimento Pontes<sup>4</sup>

1. Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará, Belém, Brasil (jfigoquim@yahoo.com.br)
2. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará
3. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará
4. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará

**RESUMO**

Águas destinadas às atividades de aquicultura estão sujeitas aos diferentes tipos de contaminação por microrganismos patogênicos, aumentando ocorrências de doenças diarreicas. Bactérias coliformes são as mais utilizadas na verificação da qualidade aquífera. Por isso, objetivou-se determinar a concentração de coliformes totais e termotolerantes em água de ostreicultura do Urindeua-Pa, comparando-a com os limites da resolução CONAMA 357/05. Foram realizadas 60 repetições em dois pontos (PI e PII) em estações seca (ES) e chuvosa (EC), entre julho/2013 e dezembro/2014. Nas análises microbiológicas foi utilizada uma série de três tubos para contagens presuntiva, confirmativas e diferenciação de coliformes. Inocubaram-se os tubos a 35 °C/48 horas para coliformes totais e a 45 °C/48 horas para termotolerantes. A média de coliformes totais variou de  $4,5 \times 10^1$  a  $2,5 \times 10^3$  NMP/100mL e de 1,7 a 7,1 NMP/100mL para termotolerantes, com máxima contagem de coliformes totais no ponto PII, sendo as menores médias na ES. A variação para coliformes termotolerantes apresentou maior média na ES (7,1 NMP/100mL), dentro da faixa permissível pelo CONAMA na maioria das amostras, a exceção das amostras de agosto e outubro no ponto PII que excederam o limite permissível. Não houve diferença significativa para coliformes termotolerantes ( $P=0,1$ ). Entretanto, houve diferenças significativas nos pontos e estações para coliformes totais ( $P=0,01$ ). Os altos valores na concentração de coliformes totais encontrados podem representar problemas de saúde pública, visto que a composição microbiológica da água de cultivo informa sobre o grau de poluição microbiana e qualidade higiênica a que estão expostos os moluscos e seus consumidores.

**Palavras-chave:** aquicultura, microrganismos patogênicos, doenças diarreicas, coliformes termotolerantes, ostreicultura.

**DETERMINATION OF TOTAL CONCENTRATION AND COLIFORMS  
THERMOTOLERANT IN THE OYSTERS MANGROVE GROWING WATER  
(*CRASSOSTREA RHIZOPHORAE*) IN SAINT ANTHONY OF URINDEUA-  
SALINÓPOLIS/PA.**

**ABSTRACT**

Water intended for aquaculture activities are subject to different types of contamination by pathogenic microorganisms, increasing occurrence of diarrheal diseases. Coliform bacteria are the most used in verifying the aquifer quality. Therefore, this study aimed to determine the concentration of total and fecal coliforms in water the oyster *Urindeua-Pa*, comparing it to the limits of Resolution CONAMA 357/05. 60 repetitions in two points (PI and PII) were carried out in dry (ES) and rainy (EC) between July/2013 and December/2014. Microbiological analysis was used a series of three tubes for presumptive counts confirmatory and differentiation of coliforms. Inocubaram the tubes at 35 °C/48 hours for total coliforms and 45 °C/48 hours for thermotolerant. Mean total coliforms ranged from  $4,5 \times 10^1$  to  $2,5 \times 10^3$  MPN/100mL and 1,7 to 7,1 MPN/100mL for thermotolerant, with maximum total coliform count in the point PII, with the lowest average in the ES. The variation for fecal coliforms showed higher average in ES (7,1 MPN/100mL), within the allowable range by CONAMA in most samples, except samples of August and October at the point PII in excess of the allowable limit. There was no significant difference for fecal coliform ( $P=0,1$ ). However, there were significant differences in points and stations for total coliforms ( $P=0,01$ ). The high values in concentration found total coliforms may pose public health problems, since the microbiological composition of the pond water informs about the degree of microbial pollution and hygienic quality they are exposed molluscs and their consumers.

**Keywords:** aquaculture, pathogenic microorganisms, diarrhea, fecal coliform, oyster farming.

## INTRODUÇÃO

A água utilizada para agricultura e recursos pesqueiros está cada vez mais escassa em quantidade e qualidade (RADULOVICH, 2008). Esta é uma realidade mundial, que se complica com o crescimento demográfico e com o desenvolvimento socioeconômico frequentemente acompanhado de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de suma importância ao desenvolvimento e à saúde das comunidades (BUENO *et al.*, 2005), uma vez que, a ingestão de alimentos e/ou águas contaminadas por microrganismos patogênicos é uma importante causa da ocorrência de doenças diarreicas no Brasil (VAZQUEZ *et al.*, 2012; PONTUAL *et al.*, 2010).

O consumo de organismos marinhos (ostras) como alimento possui grande relação com a saúde pública. A qualidade sanitária da água do mar e de organismos utilizados como fonte de alimento é de extrema importância. BARRETO *et al.* (2014), defendem que se realizado de forma correta, o monitoramento quali e quantitativo das águas pode indicar que atividades antrópicas são potencialmente degradantes, constituindo um dos instrumentos mais importantes no controle ambiental e manutenção dos padrões de qualidade.

Ambientes marinhos costeiros e estuarinos estão sujeitos a diferentes tipos de contaminação por microrganismos patogênicos, que podem trazer sérios riscos à saúde. Por isso, com o crescente aumento do mercado consumidor de moluscos bivalves torna-se necessário a avaliação da contaminação microbiológica da água de áreas de cultivo, pois como organismos filtradores, têm a capacidade de concentrar e acumular altas densidades de substâncias, resíduos orgânicos, inorgânicos e microrganismos presentes nestes ambientes (RODRIGUES-ARIZA *et al.*, 2002; RODRIGUES, 2011).

A qualidade microbiológica da água influencia diretamente na qualidade dos moluscos cultivados, principalmente quando estes são ingeridos como alimentos em

sua forma *in natura* (DASGUPTA, 2009). A ingestão direta destes alimentos tem sido associada às doenças humanas e são veículo de transmissão de microrganismos patogênicos e intoxicações, daí a necessidade de se determinar e monitorar a presença desses agentes indicadores de contaminação e veículos de intoxicações e doenças que podem acometer tanto consumidores, quanto os seres vivos aquáticos.

Os indicadores da qualidade ambiental têm a capacidade de apontar a existência de organismos patogênicos tanto no ambiente como nos produtos dele provenientes (MUJKA *et al.*, 2013). É conhecido que os agentes biológicos mais comuns encontrados são as bactérias, os vírus, os parasitos e toxinas de moluscos. Entre estes, destaca-se a presença de indicadores de poluição fecal no ambiente aquático, sendo mais utilizados para tal os coliformes, principalmente, os coliformes termotolerantes (APHA, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2009; MORAES *et al.*, 2010).

Bactérias do grupo coliformes são as mais utilizadas em escala mundial para verificar a qualidade de águas marinhas e salobras. As quais não se multiplicam com facilidade no ambiente externo e cuja sobrevivência é semelhante à de bactérias patogênicas.

Como indicadoras de poluição fecal recente, estas bactérias estão presentes na flora intestinal do organismo humano e de outros animais homeotérmicos, como também em solos, vegetais ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica, sendo comumente encontrados nas fezes, onde atingem concentrações de 10<sup>8</sup> a 10<sup>10</sup> microrganismos por grama (APHA, 2005), são facilmente isoladas e identificadas, por isso, as altas densidades destes microrganismos na água indicam elevada contaminação por esgotos (CETESB, 2013).

O gênero predominante entre os coliformes termotolerantes é a *Escherichia coli*, cujo hábitat exclusivo é o trato intestinal de animais homeotérmicos, equivalendo a 98% da flora intestinal (APHA, 2005). A *E. coli* é a única bactéria do grupo coliformes fecais de origem exclusivamente fecal, encontrada somente em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CETESB, 2011; CONAMA, 2001).

No Brasil, existem legislações específicas utilizadas como parâmetros da qualidade de água e à qualidade do pescado, como por exemplo, a resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005), que define os padrões de qualidade de águas salobras para a classe 1, destinadas a atividades de aquicultura e pesca, utiliza os coliformes termotolerantes como indicadores de contaminação fecal em áreas de cultivo de moluscos bivalves destinados a alimentação humana, e estabelece que a densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras, não deverá ultrapassar 43 NMP/100ml. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras.

No estado do Pará, não existe ampla informação na literatura sobre como é realizado o manejo nas estações de ostreicultura e suas consequências sobre a qualidade da água e sanidade dos bivalves cultivados. Esta falta de informação indica a necessidade de estudos que possam assegurar a sustentabilidade desta atividade. Diante dessa situação, o presente trabalho teve como objetivo determinar a concentração de coliformes totais e fecais (termotolerantes) e comparar com os limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/05 para águas salobras, classe 1 (fins de aquicultura e pesca), do cultivo de ostras em uma comunidade da região nordeste do estado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

A presente pesquisa foi realizada na comunidade de ostreicultores de Santo Antônio do Urindeua, no Município de Salinópolis/Pará. A hidrografia do Município de Salinópolis é composta por rios não muito extensos, porém, muito sinuosos, que têm sua foz nas baías que se abrem para o Atlântico. O maior é o rio Maracanã, que separa a sudoeste, Salinópolis do Município de Maracanã. Entre os três rios de cursos paralelos, que vertem para a baía do Urindeua, destaca-se o rio Urindeua, o mais largo.

Foram realizadas campanhas com a finalidade de monitorar dois pontos de coleta que apresentassem relação com o ambiente dos agentes inseridos na prática da ostreicultura (cultivo e comunidade).

As coordenadas geográficas dos pontos de coletas das amostras foram S 00° 41' 49.0" W 047° 22' 10.7" designado de ponto I (PI) que é o local de cultivo e S 00° 41' 57.5" W 047° 21' 44.8", chamado de ponto II (PII) onde localiza-se o Porto Bandeira Branca, local de maior concentração urbana. Estas coordenadas foram identificadas com a utilização de aparelho GPS GARMIN, modelo GEKO 101.

### **Amostragem**

Considerando o regime pluviométrico para a região, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2014), foram eleitos dois períodos para a realização das coletas, estação chuvosa – EC (janeiro a junho) e estação seca - ES (julho a dezembro).

O levantamento de dados foi sistematizado em obediência às condições do ciclo de maré, 24 horas, de acordo com a tábua de previsões de maré para o fundeadouro de Salinópolis/PA fornecida pela Marinha do Brasil. Foram realizadas 15 repetições por ponto em cada estação, totalizando 60 coletas no período de julho de 2013 a junho de 2014. As amostras de água para as análises foram retiradas da mesma profundidade em que se encontravam as mesas de cultivo com os travesseiros de ostras, com utilização de uma garrafa coletora mergulhada a uma profundidade de 2,0 m.

### **Preparo dos testes e identificação/quantificação dos coliformes**

Segundo a FUNASA (2006), denominam-se bactérias do grupo coliforme, os bacilos gram negativos, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos que fermentam a lactose entre 35°C e 37°C, produzindo ácido, gás e aldeído em um prazo de 24 a 48 horas. O grupo de microrganismos denominados coliformes totais inclui todos os coliformes específicos e não específicos do material fecal. É um bom indicador microbiológico da qualidade da água, porque é facilmente detectável e quantificável (ABELHO, 2010)

Assim, as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia descrita em SILVA et. al., (2010) através da técnica do número mais provável (NMP), também chamada de técnica dos tubos múltiplos. Foi utilizada uma série de 3 tubos de NMP. Para a contagem presuntiva de coliformes totais, inoculou-se uma série de três tubos de ensaio contendo, em cada tubo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato em concentração simples e volumes 1 mL da diluição  $10^{-1}$ , obtida em outra série de 3 tubos contendo o mesmo meio. Inocubaram-se os tubos a 35 °C por 48 horas. A positividade foi indicada pelo crescimento e presença de gás nos tubos de Duhran. Para a confirmação de coliformes totais, replicaram-se os tubos positivos de Caldo Lauril Sulfato para tubos de Caldo Verde Bile Brilhante 2% lactosado, que

foram inocuados a 35 °C por 48 horas. Por fim, para a prova confirmatória, de coliformes fecais, replicaram-se os tubos positivos de Caldo Lauril Sulfato para tubos de caldo *E.coli*, inocuando-se a 45 °C por 48 horas em banho-maria com agitação. A formação de gás indica positividade do tubo para a presença de coliformes fecais. Através da combinação de número de tubos positivos em cada série de diluição, nos testes para coliformes totais e fecais, e consultando-se a tabela estatística de Hoskins para 3 tubos, obteve-se os resultados das densidades médias de bactérias coliformes, expressos como número mais provável em 100 mL (NMP/100mL). Após identificação dos resultados, os mesmos foram comparados com base na resolução nº 357 de 2005 do CONAMA (Brasil, 2005).

### Análise dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, obedecendo a um esquema fatorial de 2x2, constando de dois pontos de coleta das amostras (P I e P II), dois períodos de coleta (Estações Seca e Chuvosa), com quinze repetições. Foram realizadas as análises estatísticas para verificação da normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk para k amostras. Após a normalização dos dados, a significância dos fatores estudados foi feita pelo teste F e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, em nível de significância de 5%. Os dados foram tratados pelo software Microsoft Office Excel 2010 e o BioStat 5.3 (AYRES et al., 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de coliformes totais e termotolerantes ficaram entre os valores médios de  $4,5 \times 10^1$  NMP/100mL a  $2,5 \times 10^3$  NMP/100mL e de 1,7 NMP/100mL a 7,1 NMP/100mL, respectivamente (Tabela 1), sendo que a maior contagem para coliformes totais foi de  $2,5 \times 10^3$  NMP/100mL no ponto de maior concentração urbana (P2), contra o valor médio de  $6,0 \times 10^1$  NMP/100mL no local de cultivo (PI).

**Tabela 1:** Médias geométricas e valores mínimos e máximos de coliformes totais e termotolerantes nos pontos e estações de coleta em Santo Antônio do Urindeua.

PONTO-ESTAÇÃO	COLIFORMES	MÉDIA (NMP/100 mL)	MÍN (NMP/100 mL)	MÁX (NMP/100 mL)
P I – ES	Totais	$4,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$
	Termotolerantes	2,1	1,7	1,7
P II – ES	Totais	$2,32 \times 10^2$	$1,3 \times 10^1$	$2,5 \times 10^3$
	Termotolerantes	7,1	1,7	$1,3 \times 10^2$
P I – EC	Totais	$6,0 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$
	Termotolerantes	1,7	1,7	1,7
P II – EC	Totais	$2,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^3$
	Termotolerantes	1,7	1,7	1,7

As concentrações médias de coliformes totais foram menores durante os meses da estação seca ( $4,5 \times 10^1$  NMP/100mL), aumentando nos meses da estação chuvosa ( $2,5 \times 10^3$  NMP/100mL). Enquanto que a variação sazonal referente aos coliformes termotolerantes apresentou maior média na estação seca (7,1 NMP/100mL).

Pelo teste estatístico, constatou-se que não houve diferença significativa entre os pontos e entre as estações para coliformes termotolerantes ( $P=0,1$ ). Entretanto, houve diferenças significativas entre os dois pontos e entre as estações seca e chuvosa quanto ao número mais provável de coliformes totais ( $P=0,01$ ).

Durante a análise das amostras, foram consideradas positivas as amostras que apresentaram gás no tubo de Durham e negativas as amostras com ausência de gás após o período de incubação a  $35\text{ }^\circ\text{C}$  e a  $45\text{ }^\circ\text{C}$  para coliformes totais e termotolerantes, respectivamente.

Embora os resultados obtidos tenham sido positivos para os testes presuntivos e confirmativos em algumas amostras de água para coliformes fecais, os valores em média de coliformes termotolerantes nos pontos amostrados estiveram dentro do limite permissível pela CONAMA 357/05 na maioria das amostras, com exceção dos valores pontuais das amostras durante os meses de agosto (130 NMP/100mL) e de outubro (100 NMP/100mL) no ponto P II, excedendo o limite permissível pela CONAMA 357/05 de 43 coliformes termotolerantes por 100mL.

Para os testes presuntivos e confirmativos para coliformes totais, algumas amostras de água examinadas nesta pesquisa não atendem às condições higiênico-sanitárias exigidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001) e pela resolução do CONAMA. Pois, houve fermentação com produção de gás no CLVBB a  $35\text{ }^\circ\text{C}$  (teste confirmativo positivo), o que não é permitido. Verificou-se presença de coliformes totais em todas as amostras coletadas, o que pode caracterizar um risco potencial à saúde dos ostreicultores e dos consumidores finais. Há um consenso geral de que o risco se agrava do ponto de vista da saúde pública, quando da ingestão das ostras contaminadas por microrganismos patogênicos em sua forma in natura.

A contaminação fecal detectada no ponto localizado na área de maior concentração urbana pode ser proveniente de um possível lançamento de efluentes de esgoto doméstico no ambiente, visto que se trata de uma localidade carente de saneamento básico. Os altos índices de coliformes também podem estar relacionados ao aumento do índice pluviométrico da região para o período de coleta, o qual carrega sedimentos e material orgânico proveniente do continente. GALVÃO (2004) afirma que altos índices de pluviosidade contribuem para o aumento da contagem bacteriana de águas de cultivo de ostra.

## **CONCLUSÃO**

A grande concentração de coliformes totais encontrados na água, em quase todas as amostras coletadas, pode representar um sinal de alerta de problemas voltados para a saúde pública, uma vez que a composição microbiológica da água de cultivo, muito embora não indique diretamente a presença de patógenos, no entanto informa sobre o grau de poluição microbiana e indica a qualidade higiênica a que estão expostos os moluscos ao longo da cadeia produtiva.

Os resultados analíticos do número mais provável de coliformes fecais (termotolerantes) foram comparados aos limites estabelecidos pela CONAMA 357/05

e, em maioria de resultados, estão de acordo com a resolução para a classe 1 de águas salina e salobra para a atividade de aquicultura.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida e pelo apoio e incentivo à pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHO, M. Protocolos de Microbiologia Ambiental. Parte 3, **Análise Microbiológica da Água**. 2010.

ALMEIDA, R. M. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRIANI JR., A. L. **Qualidade microbiológica do Córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – São Paulo**. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, 1(1): 51-56. 2009.

APHA, American Public Health Association. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. APHA, AWWA, WEF. 20th Edition. 1120p.

AYRES, M.; AYRES JR.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. S. dos. **Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas**. BioEstat. 5 ed. Belém, PA, 2007.

BARRETO, L. V.; FRAGA, M. S.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S.; CARVALHO, S. R.; BONOMO, P.; SILVA, D. P. **Relação entre vazão e qualidade da água em uma seção de rio**. *Revista Brasileira Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 118-129, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos e Revoga a Portaria 451/97. **Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, 10 jan. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dispõe sobre a sistemática de avaliação da qualidade ambiental das águas. **Resolução CONAMA n. 274, de 29 de novembro de 2000**. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, DF., 8 jan. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 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. **Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, DF., 07 abr. 2005.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. **Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP**. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25(3): 742-748. São Paulo, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 2011 **Determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e fecais pela técnica de tubos múltiplos**. Normalização Técnica, São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. L5.202: 1-21p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 2013 **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde Ministério da Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**, Brasília, 2006.

GALVÃO, J. A. Qualidade microbiológica da água de cultivo de mexilhões Perna perna (Linnaeus, 1758) comercializados em Ubatuba, SP. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo-USP**, São Paulo, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação A215 – Salinópolis**, 2014. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

MORAES, I. R.; MASTRO, N. L; JAKABI, M.; GELLI, D. S. 2010 **Estudo da radiosensibilidade ao 60Co do *Vibrio cholerae* O1 incorporado em ostras**. Revista Saúde Pública, São Paulo, 34(1): 29-32.

MUJIKÁ, M.; CALVO, M.; LUCENA, F.; GIRONES, R. 2013 **Comparative analysis of pathogens and potencial indicators in shellfish**. *International Journal of Food Microbiology*, Elsevier Science Ltd., 83: 75-85.

PAL, D.; DASGUPTA, C. **Microbial pollution in water and its effect on fish**. Journal of Aquatic Animal Health, v.4, p.32–39, 2009.

PONTUAL, J. P. S.; FALBO, A. R.; GOUVEIA, J. S. **Estudo etiológico da diarreia em crianças hospitalizadas no Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira, IMIP, em Recife, Pernambuco**, Rev. Bras. Saúde Mater. Infant., Recife, v.6 , s.1, p.s11-s17, Mai. 2010.

RADULOVICH, R. 2008 **Cultivando El Mar. Agronomia Costarricense**. Universidade de Costa Rica – San José, Costa Rica. 30(1): 115-132p.

RODRIGUES-ARIZA, A.; ABRIL, N.; NAVAS, J. I.; DORADO, G.; LOPEZBAREA, J.; PUEYO, C. **Metal, mutagenicity, and biochemical studies on bivalves molluscs from spanish coasts**. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, United States, (198): 112-124. 2002.

RODRIGUES, P. F. **Caracterização Sanitária de áreas de criação de moluscos bivalvos do litoral norte do Estado de São Paulo**. São Paulo. 3-66p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, USP). 2011.

Silva, N.; Junqueira, V. C. A.; Silveira, N. F. A.; Taniwaki, M. H.; Santos, R. F. S.; Gomes, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo - Livraria Varela Editora, 2010.

VAZQUEZ, M. L.; MOSQUERA, M.; CUEVAS, L. E.; GONZALEZ, E. S.; VERAS, I. C. L.; LUZ, E. O.; BATISTA FILHO, M.; GURGEL, R. Q. **Incidência e fatores de risco de diarreia e infecções respiratórias agudas em comunidades urbanas de Pernambuco, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p. 163-171, Jan./Mar. 2012.

### 3 - CONCLUSÃO GERAL

Em Urindeua, verificou-se que os parâmetros físico-químicos estão contribuindo positivamente para o desenvolvimento das atividades de ostreicultura, conseqüentemente realizam efeito elevado sobre a produtividade primária dos ambientes, contribuindo para o aumento da sua densidade e composição.

A disposição de sementes ou larvas de ostras está condicionada, principalmente, pela variação da pluviosidade, da temperatura, da turbidez e da salinidade, alguns destes apresentando variação elevada entre os meses do período seco, como a salinidade e a temperatura. Durante todo o monitoramento, foi possível observar a influência da temperatura da água no metabolismo das ostras, pois, perceptivelmente, a duração do período larval foi mais acelerada no período menos chuvoso, quando se registrou ocorrência de maiores temperaturas.

O período mais chuvoso foi marcado pelo aumento no número de pequenas embarcações (rabetas) de pescadores na captura de mexilhão e transformações naturais ocasionadas pelo aumento pluviométrico, o que talvez justifique o aumento considerável de turbidez e conseqüentemente a inibição do crescimento dos moluscos, provocando mortalidade e interferência na disposição das larvas no ambiente, dificultando a captura destas pelos ostreicultores.

Em geral, constatou-se que as águas de Santo Antônio do Urindeua apresentaram-se mais propícias à ostreicultura na estação seca, independente da fase da maré, quando a produtividade variou consideravelmente entre os dois períodos estudados, estando mais elevada no período menos chuvoso.

## ANEXO

### ARTIGO 1

#### Normas da Revista Ambiente & Água. Qualis B1 (Área Interdisciplinar)

##### Escopo e política

O periódico publica artigos inéditos em Inglês, Português ou Espanhol na área interdisciplinar, com inserção nas áreas de Ciências Ambientais, Recursos Hídricos, Hidrologia, Hidrogeologia, Engenharia Ambiental e Saneamento, Engenharia Florestal e Recursos Florestais, Ecologia, Aquicultura, Oceanologia e Recursos Pesqueiros, Agronomia, Agrometeorologia e Engenharia Agrícola, Mudanças Globais, Engenharia de Pesca e Zootecnia, Geografia, Geologia. Assim como, nas áreas de Sensoriamento Remoto, Geotecnologias e Análise Espacial, voltadas para o estudo da água ou das Ciências Ambientais.

Artigos de revisão inéditos também poderão ser aceitos desde que apresentem análise crítica de assuntos da temática da revista, baseados em literatura atual de revistas científicas de grande impacto. O manuscrito deverá ser original, destinado exclusivamente à AMBIAGUA (Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

##### Forma e preparação de manuscritos

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office), não restringido por *password* para permitir edição. A publicação final será em PDF e HTML. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- **Tamanho da página:** equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297 mm);
- **Margens (superior, inferior, esquerda e direita):** 2,5cm;
- **Fonte:** Times New Roman, 12, espaço entrelinhas simples, em uma única coluna, com parágrafos alinhados à esquerda e à direita;
- **Tamanho:** normalmente deverão ter no máximo de 10 páginas incluindo tabelas e figuras, que não devem ultrapassar cinco (número de figuras mais tabelas). Entretanto, os artigos serão analisados com base na qualidade e contribuição científica e não pelo tamanho.
- **Primeira página:** deverá conter apenas o título do trabalho, o resumo e as palavras-chave, separadas por “vírgula” e um ponto final após a última palavra-chave.
- **Tabelas e Figuras:**

Deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexados no local do artigo mais próximo e depois da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior, antecidos da palavra Figura (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem em negrito, um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado, tabulado nos limites da figura, observando que o título da figura não é em negrito.

Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecidos pela palavra Tabela (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem (em negrito), um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado. Nas Figuras e Tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra “Fonte:” vem na parte inferior, seguida da referência, fonte 10, justificado. Títulos de tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, se necessário, porém, atentar para que o tamanho do arquivo não fique grande.

- **Estrutura do artigo:**

O artigo em Português deverá seguir a seguinte sequência: TÍTULO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúscula (salvo nomes próprios); RESUMO, seguido de Palavras-chave;

TÍTULO DO ARTIGO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO (note o singular); 4. CONCLUSÃO; 5. AGRADECIMENTOS (desejável, porém, só na versão para publicação após o manuscrito ter sido aceito); e 6. REFERÊNCIAS, usar referências de alto impacto, não citar artigos de anais ou teses / dissertações, a menos que sejam absolutamente essenciais e em número limitado. Verifique artigos já publicados na revista para verificar quais textos devam ser negritados e se há algum artigo relevante, publicado na revista que mereça ser citado no manuscrito.

## **UNIDADES**

- Unidades de medida: deverão ter espaço após o número, e.g. 10 m ou, por exemplo, 10 km h<sup>-1</sup>, e não 10km/h. Observe a consistência toda vez que usar a mesma unidade. Use o Sistema Internacional de Unidades. Verifique todos os símbolos Gregos e todas as figuras cuidadosamente. Escreva os números de um a nove por extenso, exceto se forem usados como unidades.

Use um espaço entre unidades: g L<sup>-1</sup>, e não g.L<sup>-1</sup>, ou gL<sup>-1</sup>.

Use o formato 24-h para tempo, com quatro dígitos para horas e minutos: 08h00; 15h30.

- Subtítulos: quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos separados e seguidos por ponto, fonte 12, negrito, alinhados à esquerda.

- **Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma sequência corrente de frases em um único parágrafo e conter, **no máximo, 250 palavras**.
- **Citações:** no texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades: Colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Dois autores separam-se os sobrenomes pela conjunção “e”. Mais de dois autores, a expressão et al. é colocada após o primeiro nome. As referências utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de alto impacto (níveis A/B do Qualis CAPES), cerca de 15 referências, em revista científicas são esperadas.

## ARTIGO 2

### Normas da Revista Enciclopédia Biosfera

#### Normas para publicação de trabalhos

Forma de apresentação: O Trabalho deverá ser apresentado de forma completa – Digitado em formato DOC (não sendo aceito formato DOCX, PDF ou outro), contendo Título, nome(s) completo(s) do(s) autor (es) (sem abreviações), email do autor principal, incluindo instituição de origem, cidade e país.

O trabalho deve ter: resumo em língua portuguesa, palavras-chave, título, resumo (abstract) e palavras-chave (keywords) em língua estrangeira. O resumo deve ter o máximo de 250 palavras.

O trabalho deve apresentar as seções: Introdução, Objetivos, Material e Método, Resultados e Discussão, Conclusão (se for o caso), Referências.

A formatação seguirá as normas de: corpo do texto justificado, espaçamento simples, margem superior e esquerda de 3 cm, margem inferior e direita de 2 cm, Escrito em no mínimo 7 páginas e com limite máximo de 30, em papel tamanho A4, com fonte Arial tamanho 12. As páginas não devem ser numeradas.

Figuras: Deverão ser apresentadas em formato jpg, com resolução mínima de 300 dpi. Orientamos para que o trabalho tenha preferencialmente tamanho máximo de 1.000Kb. As figuras devem informar a fonte.

As situações não previstas devem seguir o que é determinado pelas normas da ABNT. É fundamental observar exemplo de trabalho dentro destas normas, disponível.

São aceitos trabalhos nos idiomas: português, espanhol e inglês.

São aceitos artigos nas formas: Pesquisa científica com resultados; Estudo de caso; Revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica deve ser consistente, contendo um número mínimo de 15 páginas e um mínimo de 25 referências.

Para todas as publicações: devem conter, pelo menos, 50% das referências citadas sendo dos últimos cinco anos.

Trabalhos que não estiverem dentro da formatação indicada no edital poderão ser recusados sumariamente.

As submissões de trabalhos devem ser feitas durante o período de vigência do edital, obedecendo as regras do mesmo.

Trabalhos resultantes de pesquisa com pessoas ou animais devem informar o parecer do comitê de ética e número de registro. (esta informação pode ser enviada anexa ao trabalho)

Orientações para desenvolvimento do texto: Trabalho científico deve ser escrito de forma impessoal; Referências no texto devem constar na lista final e vice-versa; não são aceitos artigos de opinião; Serão aceitos artigos resultantes de revisão bibliográfica que seja consistente.



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100  
[www.uepa.br/paginas/pcambientais](http://www.uepa.br/paginas/pcambientais)



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100  
[www.uepa.br/paginas/pcambientais](http://www.uepa.br/paginas/pcambientais)