

PADRÕES HIDROBIOLÓGICOS COMO INDICADORES AMBIENTAIS EM ÁGUAS AFLUENTES E EFLUENTES DE VIVEIROS DE CARCINICULTURA MARINHA NO ESTADO DO CEARÁ

HYDROBIOLOGICAL STANDARDS AS ENVIRONMENTAL INDICATORS IN
AFFLUENTS AND EFFLUENTS OF MARINE SHRIMP PONDS IN CEARÁ STATE

Márcio Alves Bezerra

Mestre e Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Fortaleza (CE), Brasil.

Daniel Clayton Pinheiro Lustosa

Engenheiro de pesca e consultor em aquicultura na Alimenta Representações e Consultoria Ltda. – Parnaíba (PI), Brasil.

Manuel Antônio de Andrade Furtado-Neto

Doutor e Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza (CE), Brasil.

Endereço para correspondência:

Márcio Alves Bezerra – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – 62580-000 – Fortaleza (CE), Brasil –
E-mail: mab.ifce@gmail.com

RESUMO

Uma das formas de verificar os impactos ambientais da criação de camarões (carcinicultura) é pela análise sistêmica das águas afluentes e efluentes de seus viveiros de produção. O objetivo deste trabalho foi caracterizar afluentes e efluentes da carcinicultura por meio de seus parâmetros físicos, químicos e biológicos e suas concentrações, adotando um regime temporal de coleta de amostras nas diferentes estações climáticas do ano. As metodologias e os padrões de referência na pesquisa estão respaldados pela legislação ambiental vigente. Os resultados indicaram que não houve diferenças significativas entre as concentrações dos parâmetros avaliados das águas afluentes e efluentes. Indicaram também a inaplicabilidade da legislação ambiental em vigor, que não considera nossas particularidades ambientais regionais, já que algumas concentrações dos parâmetros de qualidade de afluentes se encontram em desconformidade com essa legislação, o que tem causado dificuldades na avaliação ambiental dos órgãos licenciadores sobre a atividade no Ceará.

Palavras-chave: qualidade de água; indicadores; carcinicultura.

ABSTRACT

One of the ways to verify environmental impacts of shrimp farming is through the systemic analysis of influent and effluents waters ponds. The aim of this work was to characterize these variables through its physical, chemical and biological parameters and their concentrations, adopting a temporal scheme of samples collection in different climate stations of the year. Methodologies and reference standards in research are supported by current environmental legislation. Results showed that there were no significant differences between the concentrations of these parameters between the influent and effluent waters. They, furthermore, indicate a inapplicability of current environmental legislation in Brazil, which does not consider our regional environmental characteristics, because the quality of the affluent waters were already in disagreement with the Brazilian environmental legislation, which has caused conflicts of interpretation in the environmental assessment of the shrimp culture in Ceará, Brazil.

Keywords: water quality; indicators; shrimp culture.

INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei* no Brasil tem aumentado nos últimos anos, impulsionado pela expansão da demanda doméstica e por melhorias na tecnologia de produção (NUNES & ROCHA, 2015). Apesar de ter passado por graves problemas que tiraram a competitividade do camarão brasileiro no mercado internacional, o setor produtivo apostou no aumento do consumo de camarão pelos brasileiros, a saída que precisava para voltar a crescer e produzir. No ano de 2014, aproximadamente 85.000 t de camarão dessa espécie foram produzidas no Brasil (ROCHA & MENDONÇA, 2015). Nesse mesmo, o Estado do Ceará ano foi o maior produtor de camarão do país, com cerca de 45.000 t de produto comercializadas no mercado doméstico brasileiro para cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador e Florianópolis (ROCHA, 2015).

O debate sobre as questões ambientais relativas aos impactos negativos e positivos dessa atividade econômica continua a ocorrer no Brasil e no mundo. Vários trabalhos tanto apontam possíveis impactos negativos sobre a qualidade ambiental em áreas onde a criação de camarões está inserida quanto exaltam externalidades positivas do ponto de vista econômico e social (HOPKINS *et al.*, 1995; PÁEZ-OSUNA, 2001).

Nesse cenário de discussão ambiental, a questão dos possíveis impactos dos efluentes das unidades de produção de camarões sobre os corpos hídricos receptores sempre esteve em pauta. O assunto é extremamente importante para os produtores, já que o monitoramento dos padrões hidrobiológicos é um procedimento

operacional de extrema importância para o sucesso dos cultivos (BOYD; HARGREAVES; CLAY, 2002).

Esse monitoramento deve se estender não só ao acompanhamento hidrobiológico das águas efluentes dos viveiros de camarões como também das águas afluentes que abastecem a unidade de produção (FERREIRA; BONETTI; SEIFFERT, 2011). Isso para que se possa ter com maior precisão técnica a diferença entre as concentrações dos parâmetros de qualidade das águas afluentes e efluentes após os processos de uso desses recursos hídricos pela atividade produtiva (JONES *et al.*, 2001), com vistas a mensurar as possíveis externalidades causadas pela atividade de carcinicultura sobre o meio ambiente.

No Brasil, a caracterização dos efluentes da atividade de carcinicultura é regulamentada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) por meio das Resoluções nºs 312/2002, 357/2005 e 430/2011 (BRASIL, 2002; 2005; 2011), que indicam os protocolos e os padrões de referência para enquadramento de conformidade de efluentes em corpos hídricos receptores. Nesse contexto legal, os empreendimentos de carcinicultura são recomendados a medir as concentrações de alguns parâmetros expostos nas resoluções como condicionante para seu licenciamento ambiental.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros físicos, químicos e biológicos de águas afluentes e efluentes de viveiros de produção de camarões em uma unidade no município de Acaraú, Estado do Ceará, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local e período do estudo

O estudo foi realizado em uma unidade produtora de camarões marinhos no município de Acaraú, distante 245 km de Fortaleza (Figura 1A) e 8 km do centro de Acaraú (Figura 1B), que trabalha com sistema semi-intensivo de produção (densidade de estocagem: 35 camarões/m²; 2,5 ciclos por ano; baixa renovação de água; fertilização inorgânica; aeração artificial; ração artificial; utilização de bandejas) e tem uma área de produção (lâmina d'água) de 47 ha (Figura 1C), com captação oriunda de estuários dominados por marés.

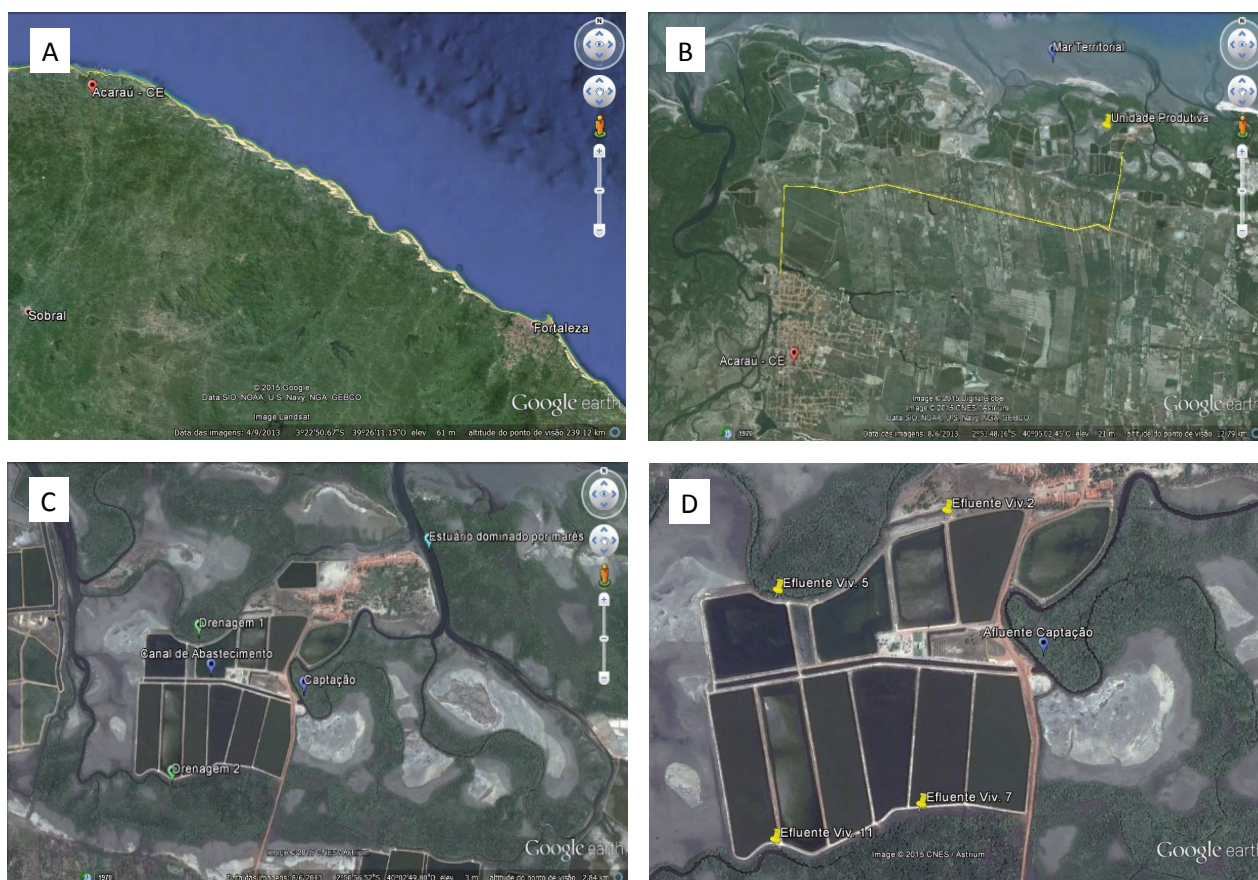
O período de amostragem nas estações de coleta da pesquisa (Figura 1D) compreendeu um ano de execução, de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015, respeitando uma frequência trimestral, bem como os níveis de marés de quadratura e sizígia, que são disseminados por meio do boletim informativo da Direção de Hidrologia e Navegação (DHN) no Brasil, como também os dois períodos climáticos reconhecidos como seco e chuvoso no Estado do Ceará.

Metodologia de coletas

A definição das estações de coletas seguiu a recomendação da legislação ambiental vigente publicada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) por meio da Resolução nº 312/2002 (BRASIL, 2002), que regulamenta os planos de monitoramento ambiental (PMAs) em empreendimentos de carcinicultura no Brasil e indica que os pontos de coleta devem ser a montante do local monitorado, ou seja, na captação das águas afluentes ao empreendimento, e a jusante da comporta de drenagem dos efluentes dos viveiros de produção.

As coletas das águas nas estações para as análises físico-químicas foram realizadas nos viveiros de produ-

ção, em uma profundidade de 0,50 m, e colocadas em garrafas plásticas de 200 mL, utilizadas exclusivamente para a coleta; para o transporte, foram acondicionadas em isopores com gelo para manutenção das características das amostras coletadas até a chegada ao laboratório de exames. Para as análises biológicas, foram obtidas amostras nas estações por meio de redes de arrasto cilíndrico-cônicas com diâmetro de boca de 30 cm e abertura de malha de 20 µm para a captura de espécies de plânctons. Tais amostras coletadas foram acondicionadas em frascos apropriados e fixados com formalina a 4% para as posteriores avaliações qualitativa e quantitativa.



Fonte: Google Earth (2015).

Figura 1 – Mapa de localização da área do estudo: (A) distância de 245 km entre Fortaleza e Acaraú, Ceará; (B) distância de 8 km entre o centro de Acaraú e a unidade produtora da pesquisa; (C) disposição entre afluentes e efluentes na unidade produtora da pesquisa; (D) estações de coleta.

Metodologia de análise das amostras

Para as análises físico-químicas, foram considerados os seguintes parâmetros e suas respectivas unidades: amônia total (mg.L^{-1}), clorofila "a" ($\mu\text{g.L}^{-1}$), coliformes totais (NMP/100 ml), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg.L^{-1}), fosfato total (mg.L^{-1}), sólidos totais em suspensão (STS) (mg.L^{-1}), nitrato (mg.L^{-1}), nitrito (mg.L^{-1}), oxigênio dissolvido (OD) (mg.L^{-1}), potencial hidrogeniônico (pH), salinidade (ppt), silicato (mg.L^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

As referências técnicas para as metodologias de análise para cada um dos parâmetros anteriormente descritos foram baseadas nos padrões de análise de água e águas residuais da Associação Norte-Americana de Saúde Pública (APHA; AWWA; WEF, 2005).

Para as análises biológicas qualitativas, foram utilizadas metodologias de microscopia óptica para visualização dos gêneros de fitoplânctons e zooplânctons presentes nas amostras de água. Já para as análises quantitativas, foram aplicadas metodologias tradicionais de contagem, com o emprego de aparelhos como câmara de Neubauer e/ou câmara de Sedgewick-Rafter em consonância com cálculos volumétricos para quantificação dos grupos taxonômicos de microplânctons identificados nas amostras.

Os padrões de referência para determinar o enquadramento das águas, bem como a conformidade dos limites de concentrações de emissões de efluentes líquidos em corpos hídricos receptores, foram os publicados nas Resoluções CONAMA nº 357/05 e 430/11 (BRASIL, 2005; 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros físico-químicos

Os resultados expostos na Tabela 1 mostraram que o enquadramento das águas do empreendimento estudado está na Classe 1 (águas salinas) durante todo o ano. A proximidade do mar e a pouca influência fluvial sobre o estuário de captação do empreendimento contribuíram para essa estabilização do enquadramento durante todo o ano e no período da pesquisa.

Outra constatação é que não houve diferenças muito significativas nas concentrações da maioria dos parâmetros físico-químicos entre as águas afluentes e efluentes dos viveiros de produção.

Altas concentrações de amônia na água podem comprometer aspectos fisiológicos importantes nos camarões, como a ecdise e o consumo de oxigênio, e também causar a morte dos animais quando esse composto se encontra em sua forma tóxica (CHEN & KOU, 1992; CHEN & LIN, 1992). As concentrações encontradas na Tabela 1 para esse parâmetro indicam que, além de não haver diferença significativa entre as águas afluentes e efluentes dos viveiros de produção, elas se encontraram em conformidade com a legislação vigente durante todo o ano. A mesma constatação foi encontrada para os parâmetros clorofila "a" e coliformes totais.

As concentrações dos parâmetros relativos ao pH, à temperatura e à salinidade mostraram-se estáveis durante todo o ano, independentemente da estação climática dominante na região. A estabilidade conjunta desses parâmetros pode trazer benefícios tanto aos camarões cultivados quanto à qualidade da água a ser efluída no corpo hídrico receptor adjacente ao empreendimento, já que essa condição não inibe aspectos fisiológicos importantes dos organismos aquáticos, como metabolismo, imunidade, crescimento e osmorregulação (ALLAN; FRONEMAN; HODGSON, 2006; GUAN *et al.*, 2003; WYBAN; WALSH; GODIN, 1995; CHENG; WANG; CHEN, 2005).

As concentrações de componentes nitrogenados como nitrito e nitrato em águas efluentes de viveiros de carcinicultura são amplamente estudadas, dado os possíveis impactos que a atividade produtiva pode causar no ambiente externo caso haja acumulação de forma excessiva desses compostos durante o ciclo de produção (LACERDA, 2006; JACKSON *et al.*, 2011; BRIGGS & FUNGE-SMITH, 1994; SARAC *et al.*, 1993). Para as concentrações de nitrito encontradas, foi identificado não haver diferença significativa entre as concentrações dos parâmetros nas águas afluentes e efluentes dos viveiros de produção, bem como elas apresentaram conformidade com

Tabela 1 – Concentrações médias dos parâmetros físico-químicos das amostras.

Parâmetros	Trimestre 1 – 2014 (Fev/Mar/Abr)					Trimestre 2 – 2014 (Mai/Jun/Jul)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Amônia total	0,14	0,25	<u>0,10</u>	0,18	0,21	0,21	<u>0,20</u>	<u>0,16</u>	0,36	0,30
Clorofila "a"	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Coliformes totais	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00
DBO	65,00	<u>45,00</u>	<u>22,00</u>	75,00	<u>62,00</u>	52,00	<u>35,00</u>	<u>45,00</u>	78,00	60,00
Fosfato total	0,74	0,81	0,95	<u>0,65</u>	0,80	0,95	<u>0,64</u>	<u>0,85</u>	<u>0,91</u>	<u>0,56</u>
STS	125,00	89,00	<u>110,00</u>	134,00	<u>93,00</u>	185,00	<u>135,00</u>	<u>146,00</u>	<u>95,00</u>	<u>173,00</u>
Nitrato	2,50	1,87	<u>1,42</u>	<u>1,11</u>	<u>2,1</u>	1,75	<u>1,34</u>	1,78	<u>1,32</u>	<u>0,87</u>
Nitrito	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
OD	4,60	3,70	<u>4,90</u>	3,90	4,10	3,8	<u>4,2</u>	<u>4,8</u>	<u>3,9</u>	<u>5,0</u>
pH	7,27	7,60	7,37	6,95	7,89	7,45	7,10	6,84	7,57	7,04
Salinidade	33,00	36,00	31,00	38,00	33,00	30,00	33,00	28,00	26,00	31,00
Temperatura	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Parâmetros	Trimestre 3 – 2014 (Ago/Set/Out)					Trimestre 4 – 2014/2015 (Nov/Dez/Jan)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Amônia total	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Clorofila "a"	2,00	2,00	<u>1,00</u>	<1,00	2,00	4,0	4,0	<u>2,0</u>	<u>2,0</u>	<u>2,3</u>
Coliformes totais	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00	<300,00
DBO	45,00	<u>42,00</u>	48,00	52,00	<u>38,00</u>	56,00	<u>48,00</u>	<u>45,00</u>	<u>25,00</u>	<u>31,00</u>
Fosfato total	0,45	0,76	0,54	0,65	<u>0,32</u>	0,84	<u>0,65</u>	<u>0,47</u>	0,95	<u>0,54</u>
STS	94,00	102,00	110,00	<u>76,00</u>	<u>63,00</u>	112,00	145,00	<u>97,00</u>	<u>92,00</u>	<u>83,00</u>
Nitrato	1,67	<u>1,24</u>	1,78	<u>0,96</u>	<u>1,54</u>	2,15	<u>1,75</u>	<u>1,94</u>	<u>1,54</u>	<u>1,12</u>
Nitrito	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
OD	5,40	4,80	<u>6,10</u>	<u>5,70</u>	5,10	4,7	<u>5,3</u>	<u>5,5</u>	<u>6,1</u>	<u>3,8</u>
pH	7,10	6,34	7,40	7,20	7,10	7,54	7,23	7,82	7,77	7,12
Salinidade	45,00	48,00	43,00	45,00	48,00	48,00	46,00	42,00	52,00	48,00
Temperatura	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00

Legenda: Em azul escuro: conforme com a legislação ambiental vigente (Resoluções CONAMA no 357/05; 430/11); em azul claro: desconforme com a legislação ambiental vigente (Resoluções CONAMA no 357/05; 430/11); sublinhado: melhora da qualidade do efluente em relação ao afluente (referências: Resoluções CONAMA nos 357/05; 430/11); itálico: piora da qualidade do efluente em relação ao afluente (referências: Resoluções CONAMA nos 357/05; 430/11); bold: não houve alteração de qualidade do efluente para o afluente (referências: Resoluções CONAMA nos 357/05; 430/11); DBO: demanda bioquímica de oxigênio; STS: sólidos totais em suspensão; OD: oxigênio dissolvido; pH: potencial hidrogeniônico; Viv: viveiro.

a legislação ambiental vigente. As concentrações de nitrato não apresentaram a mesma constatação, já que a desconformidade legal atingiu tanto as águas afluentes quanto efluentes do empreendimento; entretanto, as concentrações de nitrato verificadas nos afluentes diminuíram em relação aos efluentes, o que demonstrou a ação dos processos de sedimentação e desnitrificação em viveiros de carcinicultura conforme pode ser visto em outros estudos mais completos (BUFFORD *et al.*, 2003). Estudos realizados por Lacerda e Sena (2005) apontam resultados similares com relação à desconformidade de águas estuarinas naturais que são afluentes de empreendimentos de carcinicultura. Essa é uma constatação já apontada por Bezerra, Lustosa e Vasconcelos (2013) em outros estuários cearenses, o que demonstra a necessidade de elaboração de um ato normativo estadual que defina padrões de referência para afluentes e efluentes da criação de camarões no Ceará respeitando suas características ambientais, já que a legislação vigente coloca os atuais gestores ambientais sem a realidade técnica de dados primários para fundamentar com eficiência seus atos competen-

Parâmetros biológicos

Apesar das limitações, o uso da biomassa de fitoplâncton como um indicador para avaliar os possíveis impactos causados por efluentes de viveiros de carcinicultura tem sido praticado e aperfeiçoado (CASÉ *et al.*, 2008). Estudos apontam que é importante identificar a composição de espécies de fitoplânctons e suas relações de dominância entre espécies, já que há uma dinâmica contínua de mudanças de fatores de crescimento, como luz, temperatura e concentrações de nutrientes, em um ambiente de cultivo (GOLDMAN & MANN, 1980; YUSOFF *et al.*, 2002).

A Tabela 2 mostra os resultados da determinação da densidade celular de todos os grupos de *microplankton* (fito e zooplâncton), assim como a composição de espécies para cada estação de coleta.

Para o grupo relativo aos fitoplânctons, podemos destacar o das algas bacillariophytas, de maior representação numérica, seguido pelo grupo das cyanophytas. Quanto à diversidade de espécies de algas, o grupo das bacillariophytas foi o que apresentou o maior número de espécies (*Navicula* sp., *Cymbella* sp. E *Pleurosigma* sp.), enquanto o grupo das cyanophytas foi represen-

tes fiscalizatórios sobre essa atividade e seus reais impactos sobre o meio ambiente.

A mesma constatação pode ser observada ao analisar as concentrações dos parâmetros relativos a DBO, fosfato total e STS, ou seja, apesar de observarmos, em geral, reduções das concentrações desses parâmetros entre afluentes e efluentes, seguem em desconformidade com a legislação ambiental vigente.

Os resultados ainda demonstram que houve, independentemente da conformidade ou não com a legislação ambiental vigente, alterações positivas e negativas na qualidade da água entre afluente e efluente. Isso indica que o monitoramento contínuo e sistêmico com esses indicadores é muito importante para que a unidade produtiva possa fazer as adequações necessárias no manejo operacional dos viveiros de produção e na sua qualidade de água a fim de evitar alterações significativas e descartes contínuos de efluentes desconformes ou com concentrações piores que as verificadas nas águas afluentes do empreendimento, com vistas a mitigar os impactos da atividade produtiva sobre o meio ambiente.

tado pela espécie *Oscillatoria* sp. Essa dominância de fitoplânctons por gêneros de bacillariophytas e cyanophytas é bem característica em viveiros de carcinicultura que absorvem o nitrogênio disponível não retido na biomassa de camarões (SANDERS *et al.*, 1987), como pode ser verificado em outros estudos com resultados similares (CASÉ *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2011; CHELLAPA; LIMA; CÂMARA, 2007).

A Tabela 3 mostra os resultados para o grupo relativo ao zooplâncton. Podemos destacar grande diversidade, sendo os grupos de espécies de copépodos (*Nauplio* sp., *Cyclopoida* sp.), anelídeos (*Polychaeta* sp.) e protozoários do gênero *Euplotes* os de maior representatividade. Os resultados encontrados para dominância de gêneros de copépodos, anelídeos e protozoários em viveiros de carcinicultura são similares aos encontrados em outros estudos (GOSH *et al.*, 2011; ABUHENA & HISHAMUDDIN, 2014).

Com base nos perfis de *microplankton* (fito e zooplâncton) encontrados na pesquisa, não ficou constatada a presença excessiva de plânctons bioindicadores de má qualidade de água, bem como não ficaram evidenciadas

Tabela 2 – Caracterizações qualitativa e quantitativa de fitoplânctons nas amostras.

Fitoplânctons*	Trimestre 1 – 2014 (Fev/Mar/Abr)					Trimestre 2 – 2014 (Mai/Jun/Jul)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Bacillariophyta										
<i>Navicula sp.</i>	21,00	12,00	17,00	10,00	13,00	13,00	6,00	15,00	5,00	NI
<i>Cymbella sp.</i>	15,00	22,00	12,00	8,00	21,00	32,00	17,00	12,00	15,00	21,00
<i>Pleurosigma sp.</i>	18,00	7,00	4,00	12,00	2,00	12,00	22,00	18,00	15,00	8,00
<i>Diatoma sp.</i>	4,00	1,00	NI	NI	3,00	2,00	4,00	NI	2,00	4,00
<i>Nitzschia sp.</i>	2,00	1,00	NI	NI	NI	NI	1,00	NI	NI	NI
<i>Gyrosigma sp.</i>	5,00	1,00	3,00	2,00	NI	3,00	1,00	4,00	NI	NI
Chlorophyta										
<i>Chlorella sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	NI	2,00	1,00	NI	1,00	NI
<i>Pediastrum sp.</i>	2,00	1,00	1,00	NI	NI	1,00	NI	NI	2,00	1,00
<i>Closterium sp.</i>	2,00	2,00	NI	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	NI	NI
Cyanophyta										
<i>Oscillatoria sp.</i>	15,00	18,00	25,00	12,00	15,00	25,00	12,00	32,00	17,00	12,00
<i>Limnothrix sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	NI	3,00	NI	NI	NI	NI
<i>Anabaena sp.</i>	3,00	NI	2,00	7,00	8,00	9,00	1,00	3,00	5,00	2,00
Fitoplânctons*	Trimestre 3 – 2014 (Ago/Set/Out)					Trimestre 4 – 2014/2015 (Nov/Dez/Jan)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Bacillariophyta										
<i>Navicula sp.</i>	12,00	8,00	11,00	3,00	8,00	9,00	4,00	12,00	3,00	3,00
<i>Cymbella sp.</i>	21,00	17,00	10,00	18,00	23,00	15,00	7,00	18,00	25,00	8,00
<i>Pleurosigma sp.</i>	9,00	2,00	NI	NI	5,00	3,00	2,00	NI	NI	NI
<i>Diatoma sp.</i>	2,00	NI	NI	NI	NI	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00
<i>Nitzschia sp.</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Gyrosigma sp.</i>	7,00	2,00	2,00	5,00	1,00	2,00	5,00	3,00	2,00	3,00
Chlorophyta										
<i>Chlorella sp.</i>	3,00	1,00	1,00	1,00	5,00	2,00	1,00	3,00	1,00	2,00
<i>Pediastrum sp.</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Closterium sp.</i>	2,00	1,00	1,00	1,00	NI	2,00	NI	1,00	2,00	NI
Cyanophyta										
<i>Oscillatoria sp.</i>	23,00	32,00	21,00	10,00	18,00	28,00	17,00	15,00	19,00	20,00
<i>Limnothrix sp.</i>	4,00	1,00	2,00	3,00	NI	3,00	1,00	NI	3,00	NI
<i>Anabaena sp.</i>	3,00	NI	2,00	1,00	5,00	12,00	4,00	8,00	14,00	6,00

*Unidade de medida: Células/mL; NI: Não identificado; Viv.: viveiro.

Tabela 3 – Caracterizações qualitativa e quantitativa de zooplânctons nas amostras.

Zooplânctons*	Trimestre 1 – 2014 (Fev/Mar/Abr)					Trimestre 2 – 2014 (Mai/Jun/Jul)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Copepoda										
<i>Náuplio sp.</i>	2,00	1,00	NI	1,00	1,00	6,00	4,00	7,00	3,00	2,00
<i>Harpacticóida sp.</i>	1,00	NI	1,00	1,00	NI	1,00	1,00	1,00	NI	NI
<i>Cyclopóida sp.</i>	4,00	1,00	1,00	1,00	2,00	8,00	10,00	5,00	3,00	6,00
<i>Calanóida sp.</i>	NI	1,00	1,00	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Rotifera										
<i>Brachionus sp.</i>	1,00	1,00	NI	1,00	NI	1,00	6,00	2,00	5,00	2,00
<i>Keratella sp.</i>	NI	1,00	NI	NI	NI	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00
<i>Filinia sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Trichocerca sp.</i>	1,00	NI	1,00	1,00	NI	NI	1,00	1,00	1,00	NI
<i>Proales sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	1,00	NI	NI	NI	NI	NI
Protozoa										
<i>Euplotes sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	NI	8,00	8,00	6,00	2,00	5,00
<i>Paradileptus sp.</i>	NI	NI	NI	NI	NI	1,00	NI	1,00	1,00	NI
<i>Blepharisma sp.</i>	2,00	2,00	2,00	1,00	NI	12,00	9,00	5,00	3,00	4,00
<i>Cyclidium sp.</i>	NI	NI	NI	NI	1,00	2,00	2,00	NI	NI	1,00
<i>Vorticelasp</i>	NI	NI	NI	1,00	1,00	NI	NI	NI	NI	NI
Zooplânctons*	Trimestre 3 – 2014 (Ago/Set/Out)					Trimestre 4 – 2014/2015 (Nov/Dez/Jan)				
	Afluentes	Efluentes				Afluentes	Efluentes			
	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11	Captação	Viv. 02	Viv. 05	Viv. 07	Viv. 11
Copepoda										
<i>Náuplio sp.</i>	8,00	3,00	2,00	5,00	1,00	6,00	3,00	3,00	2,00	5,00
<i>Harpacticóida sp.</i>	1,00	1,00	2,00	1,00	NI	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Cyclopóida sp.</i>	6,00	2,00	4,00	1,00	5,00	5,00	3,00	2,00	3,00	1,00
<i>Calanóida sp.</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Rotifera										
<i>Brachionus sp.</i>	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	4,00
<i>Keratella sp.</i>	4,00	1,00	3,00	1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	2,00	3,00
<i>Filinia sp.</i>	1,00	NI	NI	NI	NI	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
<i>Trichocerca sp.</i>	1,00	1,00	1,00	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<i>Proales sp.</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Protozoa										
<i>Euplotes sp.</i>	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	7,00	3,00	4,00	2,00	6,00
<i>Paradileptus sp.</i>	1,00	1,00	NI	NI	NI	1,00	1,00	1,00	1,00	NI
<i>Blepharisma sp.</i>	3,00	4,00	2,00	2,00	2,00	8,00	10,00	7,00	2,00	7,00
<i>Cyclidium sp.</i>	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00
<i>Vorticelasp</i>	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI

*Unidade de medida: Organismos/mL; NI: não identificado; Viv.: viveiro.

dos grupos taxonômicos de fito e zooplânctons significativamente diferentes entre as águas de captação

provenientes do ambiente externo e os efluentes dos viveiros de produção do empreendimento.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados descritos, é possível concluir que os padrões hidrobiológicos se apresentaram como bons indicadores ambientais para identificar com mais precisão os possíveis impactos ambientais causados por efluentes de carcinicultura em corpos hídricos receptores adjacentes ao empreendimento e que o monitoramento contínuo e sistêmico com esses indicadores é muito importante para que a unidade produtiva possa fazer as adequações necessárias com vistas a mitigar os impactos da atividade produtiva sobre o meio ambiente.

Analisando a diferença entre as concentrações de afluentes e efluentes, podemos considerar que os viveiros de carcinicultura podem descartar no corpo hídrico receptor um efluente com a mesma ou melhor característica físico-química e biológica do que a observada no afluente, já que os aportes de componentes nitrogenados e fosfatados no ambiente externo causado pelos efluentes podem ser controlados e monitorados nos processos de boas práticas de ma-

nejo utilizados pelo empreendimento durante o ciclo de produção dos camarões.

Outra constatação importante é que os indicadores ambientais apontaram que os padrões hidrobiológicos dos afluentes apresentam desconformidade com a legislação vigente, o que implicaria uma necessidade de elaboração de um ato normativo que definisse padrões de referência para afluentes e efluentes da criação de camarões no Ceará respeitando suas características ambientais, já que a legislação vigente coloca os atuais gestores ambientais sem a realidade técnica de dados primários para fundamentar com eficiência seus atos competentes fiscalizatórios sobre essa atividade e seus reais impactos sobre o meio ambiente.

Para concluir, é importante que outras variáveis sejam incluídas nesse tipo de avaliação ambiental, como questões ligadas a vazões de referência dos corpos hídricos receptores e seus graus de diluição em relação aos efluentes emitidos pela carcinicultura no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABU HENA, M.K. & HISHAMUDDIN, O. Zooplankton community structure in the tiger shrimp (*Penaeus monodon*) culture pond at Malacca, Malaysia. *International Journal of Agriculture & Biology*, v. 16, p. 961-965, 2014.
- ALLAN, E.L.; FRONEMAN, P.W.; HODGSON, A.N. Effects of temperature and salinity on the standard metabolic rate (SMR) of the caridean shrimp *Palaemon peringueyi*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, n. 337, p. 103-108, 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 2005. Ed. 21, New York.
- BEZERRA, M.A.; LUSTOSA, D.C.P.; VASCONCELOS, C.N. Aplicabilidade da legislação ambiental sobre a carcinicultura no estado do Ceará: o caso dos efluentes l dos viveiros de produção. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CARCINICULTURA, 13., Natal, 2013. *Anais...* Rio Grande do Norte: Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC), 2013.
- BOYD, C.E.; HARGREAVES, J.A.; CLAY, J.W. *Codes of practice and conduct for marine shrimp aquaculture*. Reporte elaborado por Consórcio entre World Bank, NACA, WWF e FAO para discussão do Programa Shrimp Farming and Environmental. 2002. 31 p.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002. *Diário Oficial da União*, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31202.html>>. Acesso em: 23 ago.2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 23 ago.2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. *Diário Oficial da União*, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 23 ago.2013.
- BRIGGS, M.R.P. & FUNGE-SMITH, S.J. A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. *Aquaculture and Fisheries Management*, n. 25, p. 789-811, 1994.
- BURFORD, M.A.; COSTANZO, S.D.; DENNISON, W.C.; JACKSON, C.J.; JONES, A.B.; MCKINNON, A.D.; PRESTON, N.P.; TROTT, L.A. A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Marine Pollution Bulletin*, n. 46, p. 1456-1469, 2003.
- CASÉ, M.; LEÇA, E. E.; LEITÃO, S.N.; SANT'ANNA, E.E.; SCHWAMBORN, R.; MORAES-JUNIOR, A.T. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. *Marine Pollution Bulletin*, n. 56, p. 1343-1352, 2008.
- CHELLAPA, N.T.; LIMA, A.K.A.; CÂMARA, F.R.A. Riqueza de microalgas em viveiros de cultivo orgânico de camarão em Tibau do Sul, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 120-122, jul. 2007.
- CHEN, J.C. & KOU, Y.Z. Effects of ammonia on growth and molting of *Penaeus japonicus* juveniles. *Aquaculture*, n. 104, p. 249-260, 1992.
- CHEN, J.C. & LIN, C.Y. Oxygen consumption and ammonia-N excretion of *Penaeus chinensis* juveniles exposed to ambient ammonia at different salinity levels. *Comparative Biochemistry and Physiology*, n. 102, p. 287-291, 1992.
- CHENG, W.; WANG, L.U.; CHEN, J.C. Effect of water temperature on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio alginolyticus*. *Aquaculture*, n. 250, p. 592-601, 2005.
- FERREIRA, N.C.; BONETTI, C.; SEIFFERT, W.Q. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, n. 318, p.425-433, 2011.
- GOLDMAN, J.C. & MANN, R. Temperature-influenced variations in speciation and chemical composition of marine phytoplankton in outdoor mass culture. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, n. 46, p. 29-39, 1980.
- GOSH, A.K.; SAHA, S.K.; ISLAM, M.R.; RAHAMAN, S.M.B. Abundance and diversity of zooplankton in semi-intensive shrimp (*Penaeus monodon*) farm. *International Journal of Life Science*, v.5, n. 1, 2011.
- GUAN, Y.; YU, Z.; LI, C. The effects of temperature on white spot syndrome infections in *Marsupenaeus japonicus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, n. 83, p. 257-260, 2003.
- HOPKINS, J.S.; SANDIFER, P.A.; DEVOE, M.R.; HOLLAND, A.F.; BROWDY, C.I. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. *Estuaries*, n. 18, p. 25-42, 1995.
- JONES, A.B.; JONES, M.J.; DONOHUE, J.; DENNINSON, W.C. Assessing ecological impacts of shrimp and sewage effluent: biological indicators with Standard water quality analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, n. 52, p. 91-109, 2001.
- LACERDA, L.D. Inputs of nitrogen and phosphorus to estuaries of northeastern Brazil from intensive shrimp farming. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 10, n. 2, p. 13-27, 2006.

- LACERDA, L.D. & SENA, D.L. *Estimativas de cargas de nitrogênio, fósforo e metais pesados de interesse ambiental para as bacias inferiores do litoral do estado do Ceará*. Relatório elaborado por Governo do Estado do Ceará e Universidade Federal do Ceará para Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará. Fortaleza, 2005. 84 p.
- NUNES, A. J. P. & ROCHA, I. P. Overview and latest developments in shrimp and tilapia aquaculture in Northeast Brazil. *World Aquaculture*, v. 46, n. 2, p. 10-17, 2015.
- PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, n. 28, p.131-140, 2001.
- ROCHA, I.P. The Brazilian market for farmed shrimp. *Infofish International*, v. 4, p.36-38, jul./ago. 2015.
- ROCHA, I.P. & MENDONÇA, C. Domestic farmed of farmed shrimp in Brazil: Improved practices, rising demand alter industry. *The Global Aquaculture Advocate*, n. 2, p.44-46, mar./abr. 2015.
- SARAC, Z.; THAGGARD, H.; SAUNDERS, J.; GRAVEL, M.; NEILL, A.; COWAN, R.T. Observations on the chemical composition of some commercial prawn feeds and associated growth responses in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, n. 115, p. 97-110, 1993.
- SANDERS, J.G.; CIBIK, S.J.; D'ELIA, C.F.; BOYNTN, W.R. Nutrient enrichment studies in a coastal plain estuary: Changes in phytoplankton species composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, v. 44, p. 83-90, 1987.
- SILVA, R. S.; ARAÚJO, R. F.; SOUZA, A. S.; ROCHA, C.P.; MELO, N.F.A.C. Avaliação dos parâmetros abióticos e caracterização do mesozooplâncton em um viveiro de cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) em Curuçá, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 502-508, out./dez. 2011.
- WYBAN, J.; WALSH, W.A.; GODIN, D.M. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, n. 138, p. 267-279, 1995.
- YUSOFF, F.M.; ZUBAIDAH, M.S.; MATIAS, H.B.; KWAN, T.S. Phytoplankton succession in intensive marine shrimp culture ponds treated with a commercial bacterial product. *Aquaculture Research*, n. 33, p. 269-278, 2002.