

Análise dos Parâmetros Físico-químicos dos Viveiros de Camarão na Grande Aracaju, Sergipe, Brasil

Analysis of Physico-chemical Parameters in the Shrimp Nurseries in Aracaju-Sergipe, Brazil

Carlos Alexandre Borges Garcia

Departamento de Química
Universidade Federal de Sergipe –UFS, Aracaju, SE
cgarcia@ufs.br

Gracylenne Prata Santos

Universidade Federal de Sergipe –UFS, Aracaju, SE
gracylennesantos@ig.com.br

Helenice Leite Garcia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFPE, Recife, PE
helenicelgarcia@gmail.com

Resumo: Este trabalho tem por objetivo analisar através dos parâmetros físico-químicos a qualidade da água utilizada na carcinicultura na Grande Aracaju, município de Nossa Senhora do Socorro (SE). Os parâmetros da água medidos foram: pH, temperatura, turbidez, sólidos suspensos, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, fósforo total, sulfato, nitrogênio total, amônia, nitrato, nitrito, clorofila-a, demanda biológica e química de oxigênio, carbono orgânico total, salinidade, em três campanhas de amostragem em outubro e dezembro de 2008 e janeiro de 2009. Foram coletadas amostras em três estações: dois viveiros e um vertedouro. O fósforo total, nitrogênio total, carbono orgânico total, demanda biológica de oxigênio e oxigênio dissolvido, excederam o limite permitido pela legislação brasileira (CONAMA Resolução 357/2005) para água salobra classe 1. Os níveis da demanda química do oxigênio foram maiores do que os relatados em outros estudos. O acúmulo de nutrientes verificado pode estar

relacionado com a forma de manejo; insumos utilizados como ração, fertilizantes e antibióticos; matéria orgânica acumulada; densidade de camarão nos viveiros, a concentração deste nutriente na composição da ração utilizada e a utilização da área como descarte de esgoto doméstico in natura.

Palavras-chave: carcinicultura; contaminação; ecossistemas aquáticos; efluentes.

Abstract: This study aims at analyzing the water quality used in shrimp culture through physical and chemical parameters in Aracaju, in the county of Nossa Senhora do Socorro, in the state of Sergipe, Brazil. The measured water parameters were: pH, temperature, turbidity, suspended solids, total dissolved solids, dissolved oxygen, electrical conductivity, total phosphorus, sulfate, total nitrogen, ammonia, nitrate, nitrite, chlorophyll-a, chemical and biological oxygen demand, total organic carbon, and salinity, in three sampling campaigns: October and December, 2008 and January, 2009. Samples were collected at three stations: two nurseries and a spillway. Total phosphorus, total nitrogen, total organic carbon, biological oxygen demand and dissolved oxygen exceeded the limit allowed by Brazilian legislation (CONAMA Resolution 357/2005) to brackish water class I. The levels of chemical oxygen demand were higher than those reported in other studies. The accumulation of nutrients found may be related to the form of management; supplies used as feed, fertilizers and antibiotics, and accumulated organic matter; density of shrimp in ponds, the concentration of this nutrient in the composition of the feed used and the utilization of the area as a disposal of domestic sewage in natura.

Key words: aquatic ecosystems; contamination; shrimp; sewage.

1 Introdução

A preocupação mundial com o ambiente tem aumentado nos últimos anos. A sociedade vem gradativamente pressionando os governos em busca de uma melhor qualidade de vida. O desenvolvimento tecnológico, o crescimento populacional, a

necessidade de cada vez mais incrementar a produção de alimentos têm levado o homem a explorar constantemente os recursos naturais do planeta terra para satisfação de suas necessidades. Contudo, essa exploração é feita, na maioria das vezes, sem nenhum planejamento, de maneira predatória, degradando os recursos naturais, a partir da satisfação de suas necessidades, ou seja, as suas necessidades imediatas, comprometendo, assim, a qualidade de vida das futuras gerações, desconsiderando completamente uma das premissas básicas do desenvolvimento sustentável, tão difundida pelos órgãos de gestão e desenvolvimento mundiais que é explorar os recursos naturais sem comprometer a qualidade de vida da geração presente e futura.

O contínuo aumento da população força uma crescente produção de alimentos, comprometendo o ambiente [1]. E a zona costeira, por ser uma região de contato entre o ambiente marinho e continental, é uma área de grande relevância sócioeconômica e ambiental, isto se deve, principalmente, à sua proximidade de vias de escoamento comercial e também de fontes alimentares e hídricas. Essas características resultam em consequências negativas para esta região.

Dentre os problemas que atingem a zona costeira, que envolve diversos ecossistemas tais como o ecossistema manguezal, restinga e Mata Atlântica, estão a expansão urbana sem planejamento prévio e os impactos negativos das atividades agrícolas e aquícolas. Esses fatores têm resultado na destruição dos ecossistemas aquáticos, dentre eles o ecossistema estuarino-manguezal. Segundo Gliessman [2], citado por Bruchem [3], entenda-se por ecossistema um sistema funcional de inter-relação entre organismos vivos e o ambiente. Neste, as condições ambientais são modificadas pelo ser humano com propósito de produção agrícola.

O ecossistema manguezal é fonte de matéria orgânica para as águas costeiras, é além disso área de reprodução, alimentação e berçário de diversas espécies aquáticas e terrestres. Por isso, influencia criticamente na conservação da biodiversidade e a produtividade pesqueira em regiões estuarinas e recifais. Esse ambiente tem sido degradado, apesar das variadas funções sociais, econômicas e ecológicas desempenhadas por este. E como os sistemas aquáticos, isto é, continental, de transição e marinho, funcionam conectados, se um desses sistemas for atingido por alguma forma de poluição, esta alcançará todos os outros.

A presença de substâncias químicas no ambiente, ou seja, a utilização de agroquímicos que podem contaminar os corpos d'água costeiros, mesmo que estes se situem afastados da sua área de aplicação, e o elevado teor de matéria orgânica podem trazer prejuízos irreversíveis a saúde do ambiente.

O lançamento de dejetos domésticos e agrícolas sem tratamento prévio pode exceder a capacidade de suporte dos ecossistemas aquáticos, não sendo possível o aproveitamento de todo material biológico disponibilizado. Isso associado a um elevado teor de nutrientes beneficia a produção de microrganismos, como as algas que, além de diminuir a oxigenação da água, também, podem produzir toxinas prejudiciais para a biota aquática e para o homem.

Segundo Esteves [4], a eutrofização artificial, ou seja, enriquecimento da água (aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio) causado por ações antrópicas, tais como lançamento de efluentes domésticos, industriais e agrícolas sem o devido tratamento e utilização de agroquímicos nos ecossistemas costeiros pode causar diminuição do estoque pesqueiro, gerando consequências ambientais e econômicas.

Bruchem [3] afirmou que, em um agroecossistema, a manipulação humana altera o ecossistema natural com a finalidade de estabelecer a produção agrícola. Uma das atividades que utiliza a região costeira como área prioritária para seu desenvolvimento, principalmente o ecossistema manguezal, é a carcinicultura, criação de camarão em cativeiro, que, além de gerar problemas econômicos e sociais, pode causar problemas ambientais, principalmente no que se refere à qualidade da água.

Segundo Nascimento [5], a carcinicultura inicia com o desmatamento do ecossistema manguezal para a implantação dos viveiros, reduzindo o habitat de numerosas espécies, extinguindo áreas de apicuns e da vegetação de mangue. Várias áreas de mariscagem e captura de caranguejos são extintas, gerando um grande impacto social, pois retiram da comunidade costeira a sua fonte de sobrevivência, provocando o deslocamento desta comunidade para as cidades, aumentando as áreas de risco.

Além dos impactos ambientais e sociais citados, ainda se deve considerar, o impacto das substâncias utilizadas na produção do camarão em cativeiro. Essas substâncias podem trazer consequências graves para o ambiente, pois são persistentes

em ambientes aquáticos. Segundo Paéz-Osuna [6], o lançamento de substâncias químicas como antibióticos que podem tornar os patógenos mais resistentes e desenvolver efeitos desconhecidos em espécies não alvos e a descarga do efluente dos viveiros que acaba deteriorando a água receptora, ao lançar uma água eutrofizada, promovendo a depleção de oxigênio, redução da luminosidade e mudanças na macrofauna bentônica são impactos relacionados com a qualidade da água.

Segundo Primavera et al. [7] os principais grupos de substâncias utilizadas em fazendas de camarão são: terapêuticos e desinfetantes (iodo, formalina, verde de malaquita, oxitetraciclina, cloranfenicol), condicionadores de água e sedimento (cal zeólito), decompositores de matéria orgânica (bactéria e preparações enzimáticas), algicidas e pesticidas (compostos de cobre, saponinas), promotores de desenvolvimento de fitoplâncton (fertilizantes orgânicos e inorgânicos) e aditivos alimentares (vitaminas, minerais e hormônios).

A presença destes produtos químicos e a utilização de insumos alimentares como rações que são ricas em nutrientes e que, em sua maioria, são utilizadas de forma incorreta, acumulando grande quantidade de matéria orgânica nos viveiros, alteram os parâmetros físico-químicos da água. Por isso, é essencial que haja o controle da qualidade da água dessa atividade.

Este artigo teve por objetivo analisar a qualidade da água através da verificação dos parâmetros físico-químicos das águas receptoras dos efluentes de viveiros de camarão, como também das águas de tanques de criação localizados na Grande Aracaju, município de Sergipe, Brasil.

2 Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

O estado de Sergipe possui uma área territorial de 22.050,40 km², o que representa 1,41% da região nordeste e 0,26% do território brasileiro. Está situado entre as latitudes 9°30'49" e 11°34'05" Sul e as longitudes 36°23'40" e 38°15'00" Oeste. Sua região litorânea corresponde a 28,52% da área estadual e nela existem seis bacias hidrográficas: São Francisco, com 7.274,34 km², Piauí, com 4.091,06

km², Sergipe, com 3.292,99 km², Vaza-Barris, com 2.979,34 km², Real, com 2.583,97 km² e Japaratuba, com 1.828,70 km² [8].

Em virtude desse grande aporte de água doce decorrem abundantes manguezais, os quais são áreas potenciais para carcinicultura marinha no estado de Sergipe.

A fazenda de camarão em estudo (Figura 1) localiza-se na Taiçoca de Fora, região da grande Aracaju, no município de Nossa Senhora do Socorro (SE). Esta fazenda possui onze viveiros em atividade, dos quais dois foram analisados nesta pesquisa. O cultivo é do tipo semi-intensivo. A pós-larva utilizada vem da Costa Azul-Bahia e a ração é adquirida da empresa LUZUMAR. Segundo os proprietários, não é utilizado nenhum outro tipo de insumo, além da ração. Após a despesca, os tanques ficam em exposição ao sol por um período de aproximadamente quinze dias para a secagem dos mesmos. Os viveiros estudados tinham cerca de 110 cm de profundidade, sendo povoados com cerca de noventa mil larvas cada um. Os camarões eram comercializados quando pesavam aproximadamente nove gramas. Foi obtido, de cada viveiro estudado, aproximadamente quinhentos quilos de camarão.

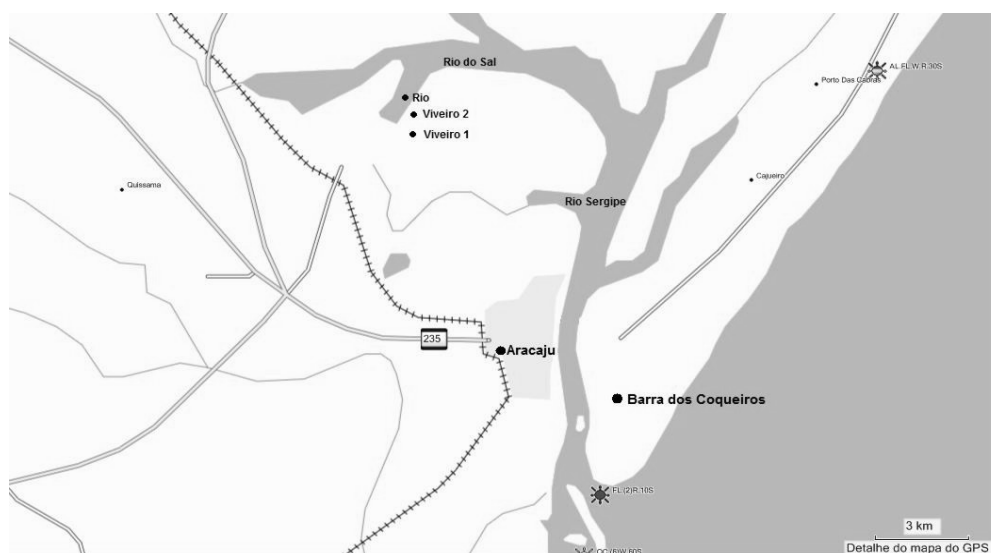


Figura 1. Mapa da área de estudo

2.2 Coleta: período e pontos de coleta

Coletas foram realizadas em três campanhas na fazenda em estudo: a 1ª coleta em 08/10/08, a 2ª coleta em 11/12/08 e a 3ª coleta em 15/01/09.

As coletas foram realizadas em período ensolarado, sendo as amostras de água obtidas em três pontos, denominados:

- Viveiro 1 (10° 49' 46,70" e 37° 6' 14,74") – dentro do tanque de criação (margem).
- Viveiro 2 (10° 49' 36,62" e 37° 6' 12,11") – dentro do tanque de criação (margem).
- Vertedouro (10° 49' 37,86" e 37° 6' 15,86") – área localizada fora dos viveiros, representa a água do rio do Sal.

Vale ressaltar que cada viveiro possuía apenas uma comporta que funcionava tanto como entrada quanto saída de água.

2.3 Análise dos parâmetros físico-químicos

As amostras foram coletadas em dois frascos de plástico branco com capacidade de 1L cada. Um dos frascos foi reservado para as análises de DBO, DQO, nutrientes (C, N e P), sólidos totais e suspensos, amônia, condutividade elétrica, turbidez e pH e o outro para as análises de clorofila. As coletas foram realizadas sem o auxílio da garrafa de Van Dorn, pois se tratava de uma área de pouca profundidade (aproximadamente 1,10m) e não foram feitas amostragens nas camadas de superfície e fundo da coluna d'água pelo mesmo motivo.

As análises foram realizadas de acordo com Standard Methods [9], no laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe (UFS):

Oxigênio dissolvido (OD)

A análise do oxigênio dissolvido (OD) e a temperatura foram realizadas em campo com o auxílio do oxímetro portátil (marca DIGIMED), calibrado previamente. Utilização do Método de Winkler modificado, com utilização de azida sódica.

Turbidez

As análises de turbidez foram feitas com o auxílio do turbidímetro (marca DIGIMED, modelo DM-C2).

Sólidos totais dissolvidos e suspensos

As leituras dos níveis de sólidos totais dissolvidos das amostras foram realizadas utilizando o medidor de sólidos totais dissolvidos (marca HANNA, modelo HI991300).

De cada amostra, foram filtrados 100 mL para análise dos sólidos suspensos, pesados previamente, e levados à estufa por duas horas. Decorrido este tempo, os filtros com os filtrados foram pesados e o peso do filtro foi subtraído do peso final.

Salinidade (condutividade elétrica)

Colocaram-se 20 mL de cada amostra em copos descartáveis para a leitura da condutividade elétrica, utilizando-se o condutivímetro (marca DIGIMED, modelo DM 31) para posterior obtenção do cálculo da salinidade, através da curva de calibração. Não houve diluição das amostras.

pH

As medidas de pH foram obtidas com o peagômetro (marca DIGIMED).

OD e DBO₅

Nos frascos próprios para DBO (300 mL) foram preparadas duas bateladas de diluições de 5mL e 20mL de cada amostra para que fossem realizadas a OD e a DBO₅. Foi utilizada água saturada para diluir as amostras. Para as análises de DBO₅ os frascos foram totalmente preenchidos para que não houvesse perda da amostra através da evaporação, tampouco entrada de oxigênio de modo que os frascos foram colocados na incubadora à 20°C durante 5 dias. A análise de OD foi realizada no mesmo dia em que foram feitas as diluições. Com as amostras ainda no frasco de DBO adicionou-se, com a ponteira da pipeta imersa, 1 mL de sulfato de manganês. Em seguida, adicionou-se 1 mL de iodeto alcalino, de forma que a ponteira não imergisse e por último foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico para análise e a solução foi agitada.

Foram medidos, na proveta, 50 mL desta solução e transferidos para um erlenmeyer para a realização da titulação. Utilizou-se a solução de tiosulfato de sódio diluído para a titulação das amostras. Antes da titulação com o tiosulfato, adicionou-se 1 mL de amido (indicador) para indicar o ponto de viragem. Este mesmo procedimento foi executado com as amostras de DBO₅, após os cinco dias na incubadora.

DQO

Em um balão volumétrico colocaram-se 30 mL da amostra e adicionaram-se 20 mL de água ultrapura (diluição de 30 mL). Em seguida, adicionaram-se 5 mL de dicromato de potássio e posteriormente adicionaram-se 10 mL da solução de sulfato de prata, sempre agitando durante um minuto. Foram colocadas pérolas de vidro no balão e esta solução foi levada para o aquecimento a aproximadamente 100°C por duas horas.

Decorrido o tempo de aquecimento e após o resfriamento da solução, esta foi titulada com solução de tiosulfato de sódio.

Clorofila-a

Assim que as amostras chegaram ao laboratório, filtraram-se, através da filtração à vácuo e em ambiente escuro, 200 mL de cada amostra, utilizando filtros Millipore 0,45 µm e estes foram embalados em papel alumínio para evitar a incidência de luz e estocados secos em freezer a -18 °C para posterior análise. Na etapa de extração da clorofila-a, os filtros foram retirados do freezer após aproximadamente 24 horas. Em ambiente escuro, colocou-se o filtro com o particulado em um tubo de ensaio com 10mL de acetona 90%. Os tubos, recobertos com papel alumínio e devidamente identificados, foram estocados no freezer por 24 h. Após esse período, os tubos de ensaio foram retirados do freezer, colocados em temperatura ambiente por quinze minutos e levados para centrifugar a 3000 rpm/15 min. O sobrenadante foi rapidamente transferido para um tubo de ensaio recoberto com papel alumínio para posterior leitura que foi feita no escuro. As amostras foram lidas no espectrofotômetro molecular nos comprimentos de onda: 630, 645, 665 nm. Entre as medições dos comprimentos de onda, foi lido o branco (acetona) para que o aparelho fosse zerado, registrando-se as absorbâncias obtidas.

Nutrientes (C, N, P)

Carbono orgânico total

Filtraram-se 50 mL das amostras que posteriormente foram lidas no analisador de carbono orgânico total (TOC) marca Shimadzu.

Nitrogênio

A determinação do nitrito baseou-se na reação clássica de Griess, de modo que o ácido nitroso é convertido a um azo complexo altamente colorido (limite de detecção 0,14 mg N-NO₂/L). O nitrato é convertido a nitrito quando a amostra passa através de uma coluna de cádmio cobreada e o nitrito produzido é então determinado (limite de detecção 0,70 mg N-NO₃/L). A leitura foi realizada no cromatógrafo molecular. A leitura do nitrito e do nitrato de todas as amostras deste estudo foram lidas através da cromatografia Líquida de alta performance HPLC.

O amônio das amostras foi determinado pelo método do azul de indofenol com um limite de detecção de 0,05 mmol N-NH₄/L. A leitura foi realizada no cromatógrafo de íons.

Fósforo

O fósforo e fosfato das amostras foram analisados de acordo com Standard Methods, através de abertura das amostras. As amostras foram lidas através da cromatografia Líquida de alta performance (HPLC).

3 Resultados e discussão

Neste estudo foram realizadas análises de parâmetros físico-químicos de amostras de água dos viveiros da fazenda em estudo e da área próxima a eles. Os valores encontrados e as médias, acompanhados das suas unidades de medida, encontram-se expressos nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Distribuição dos resultados de concentração dos parâmetros físico-químicos analisados e dos valores permitidos pela legislação (CONAMA 357/2005)

Etapa	1ª coleta			2ª coleta			3ª coleta			Legislação
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	
Parâmetro										
pH	7,2	7,8	7,4	7,6	7,1	7,9	7,9	7,6	6,9	Água salobra (classe 1) 6,5-8,5
Temperatura(°C)	29,0	29,5	28,0	30,0	30,0	29,0	29,0	28,0	29,5	-
Turbidez (NTU)	32,2	30,1	38,3	30,8	29,6	33,6	27,9	26,9	31,9	-
Condutividade (mS/cm)	20,3	18,8	22,3	18,5	17,9	20,1	19,1	16,9	19,4	-
P-TOTAL (mg/L)	42,6*	38,7*	4,3*	40,9*	33,6*	4,3*	41,7*	36,1*	4,3*	0,124mg/L
P-PO ₄ (mg/L)	35,4	31,9	2,3	34,9	29,6	3,1	79,9	60,7	60,4	-
N-Total (mg/L)	85,2*	62,3*	53,7*	74,6*	59,2*	67,1*	79,9*	60,7*	60,4*	0,40mg/L
N-NH ₄ (µg/L)	18,2	13,2	7,3	12,6	10,6	9,9	15,4	11,9	8,6	-
N-NO ₃ (mg/L)	63,7*	44,1*	43,6*	60,2*	45,9*	55,6*	61,9*	45,0*	49,6*	0,40mg/L
N-NO ₂ (mg/L)	0,8*	3,6*	0,6*	0,9*	1,6*	0,8*	0,8*	2,6*	0,7*	0,07mg/L
Clorofila-a (µg/L)	82,2	75,7	65,3	76,9	68,6	60,5	79,5	72,1	62,9	-
DBO(mg/L)	9,6*	10,4*	8,9*	32,4*	61,2*	37,5*	144,5*	196,6*	153,6*	≤5mg/L*
DQO(mg/L)	139,3	179,3	168,3	36,4	12,1	36,4	8,4	9,9	35,2	-
OD (mg/L)	8,7**	8,0**	6,9**	7,2**	7,0**	6,8**	2,9*	4,2*	5,6**	>5mg/L
ST (mg/L)	12.368,0	11.254,0	10.589,0	21.400,0	672,0	24.900,0	23.500,0	22.000,0	21.000,0	-
SS (mg/L)	78,3	81,3	100,8	68,1	71,3	99,4	27,0	23,0	23,0	-
TOC (mg/L)	20,5*	18,9*	15,9*	21,2*	19,5*	12,6*	19,2*	18,1*	15,3*	≤ 3mg/L
Salinidade(‰)	17,3	16,9	22,5	16,8	16,7	21,4	18,3	17,6	22,9	-
Na (mg/L)	16.361,9	17.071,3	15.474,7	13.987,5	14.693,8	12.998,7	15.973,4	16.005,9	15.459,8	-
Mg (mg/L)	1.315,2	1.369,1	1.253,9	1.258,9	1.269,3	1.189,5	1.287,1	1.319,2	1.221,7	-
Ca (mg/L)	416,6	413,7	391,9	400,9	398,6	387,5	408,8	406,2	389,7	-
K (mg/L)	386,9	406,8	355,9	299,6	368,4	300,8	343,3	387,6	328,4	-
Cloroto(mg/L)	17.1165,3	18.012,3	16.265,9	15.489,6	16.587,9	12.564,1	16.987,2	15.987,9	16.547,3	-

Legenda: V1- viveiro V2- viveiro V3 – vertedouro. ST: sólidos totais. SS: sólidos suspensos. TOC: carbono orgânico total. OD: oxigênio dissolvido.

*Concentrações que excederam o limite da legislação. **Concentrações que estiveram dentro do limite da legislação. Os outros parâmetros não têm limite de tolerância especificado pela legislação. Legislação: CONAMA Resolução nº 357/2005*

Foram realizadas comparações com os limites permitidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 [10] para água salobra classe 1. Esta classificação é utilizada para o cultivo de organismos aquáticos, no caso em questão, a carcinicultura, o que é corroborado com os valores médios encontrados da salinidade dos viveiros 17,3‰ e do vertedouro 22,3‰, conforme tabela 2.

Percebe-se que, dentre os parâmetros físico-químicos analisados, o fósforo total (viveiro: 38,9mg/L; vertedouro: 4,3mg/L), nitrogênio total (viveiro: 70,3mg/L; vertedouro: 60,4mg/L), carbono orgânico total (viveiro: 19,6mg/L; vertedouro: 14,6mg/L), demanda biológica de oxigênio (viveiro: 75,8mg/L; vertedouro: 66,7mg/L) excederam o limite permitido pela legislação brasileira (CONAMA Resolução 357/2005) (P total-0,124 mg/L; N total-0,40 mg/L; TOC ≤ 3mg/L; DBO ≤ 5mg/L) para água salobra classe 1, tabela 2.

Tabela 2. Comparação da concentração média dos parâmetros físico-químicos da água analisados por estação com a legislação

Parâmetro	Estação		Resol.CONAMA 357/2005 e nº20/1985
	Viveiros	Vertedouro	Água salobra (classe 1)
pH	7,5 ± 0,3*	7,4 ± 0,5*	6,5-8,5
Temperatura(°C)	29,3 ± 0,8	28,8 ± 0,8	-
Turbidez(NTU)	29,6 ± 1,9	34,6 ± 3,3	-
Condutividade (mS/cm)	18,6 ± 1,1	20,6 ± 1,5	-
P –TOTAL (mg/L)	38,9 ± 3,5**	4,3 ± 0,0**	0,124mg/L
P – PO ₄ (mg/L)	45,4 ± 20,3	21,9 ± 33,3	-
N-Total (mg/L)	70,3 ± 11,1**	60,4 ± 6,7**	0,40mg/L
N-NH ₄ (µg/L)	13,7 ± 2,7	8,6 ± 1,3	-
N-NO ₃ (mg/L)	53,5 ± 9,4**	49,6 ± 6,0**	0,40mg/L
N-NO ₂ (mg/L)	1,7 ± 1,2**	0,7 ± 0,1**	0,07mg/L
Clorofila-a (µg/L)	75,8 ± 4,9	62,9 ± 2,4	-
DBO (mg/L)	75,8 ± 77,5**	66,7 ± 76,6**	≤5mg/L*
DQO (mg/L)	64,2 ± 75,4	80,0 ± 76,5	-
OD (mg/L)	6,3 ± 2,3*	6,4 ± 0,7*	>5mg/L
Sólidos totais (mg/L)	15.199,0±8.811,6	18.829,7±7.398,2	-
Sólidos suspensos (mg/L)	58,2 ± 26,2	74,4 ± 44,5	-
TOC (mg/L)	19,6 ± 1,1**	14,6 ± 1,8**	≤ 3mg/L
Salinidade (‰)	17,3 ± 0,6	22,3 ± 0,8	-

Legenda: TOC: carbono orgânico total. OD: oxigênio dissolvido. *Concentrações que excederam o limite da legislação. **Concentrações que estiveram dentro do limite da legislação. Os outros parâmetros não têm limite de tolerância especificado pela legislação. Legislação: CONAMA Resol. nº 357/2005*

Segundo Queiroz e Boeira [11] o acúmulo de nitrogênio em cultivos aquáticos tem relação com a forma de manejo do alimento e a concentração deste nutriente na composição da ração utilizada. As concentrações médias de nutrientes encontradas nesta pesquisa, acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, podem ser resultado do acúmulo de matéria orgânica nos viveiros advindo do uso de rações, já que, segundo o proprietário da fazenda em estudo, não era adicionada nenhuma substância para fertilização, que pudesse resultar no enriquecimento da água de cultivo.

Segundo Primavera [7] citado em Primavera [12], apenas 16,7% do total de ração empregada no cultivo é convertida em biomassa de camarão, o restante não é consumido, sendo eliminado através das fezes, compostos metabólicos, dentre outros. Por isso, possivelmente, os insumos alimentares que não são consumidos somados ao acúmulo de excretas e resíduos metabólicos podem resultar na elevação desses nutrientes na água dos viveiros [11].

Apesar disso, Kathiresan e Bingham [13] acreditam que a contribuição dos manguezais na elevação da taxa de nutrientes em águas tropicais limpas é relativamente baixa. Mas, segundo Trott e Alongi [14], os efluentes de viveiros de camarão contribuem significativamente para elevação e carreamento de nutrientes para os ecossistemas costeiros. Corroborando com esses autores, estão Alonso-Rodríguez e Paéz-Osuna [15], que destacam o enriquecimento da água como função da forma de manejo, ou seja, a densidade de camarão utilizada no viveiro, do uso de fertilizantes, da ração e da qualidade da água.

O nitrogênio e o fósforo se destacam como elementos de grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização. O fósforo é essencial para o crescimento de organismos e pode ser o nutriente que limita a produtividade primária de um corpo d'água. Segundo Esteves [4], a eutrofização é considerada como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos. Alguns problemas decorrentes deste processo de eutrofização são o estímulo ao crescimento excessivo de algas, acarretando a redução do oxigênio dissolvido, aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica e deterioração da qualidade da água.

As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: compostos orgânicos, amônia, nitrito e nitrato. A presença de amônia em um corpo d'água caracteriza uma poluição recente por esgotos domésticos. A presença de nitrato, último estágio de oxidação do nitrogênio caracteriza uma poluição remota [16]. E o nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato [4].

Com relação aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para o nitrogênio total, nitrato e nitrito, 0,40mg/L, 0,40mg/L e 0,07 mg/L, respectivamente, para água salobra classe 1, todas as amostras apresentaram valores superiores (Tabela 1).

Fraga [17] relatou valores menos elevados para N-total em efluentes de fazendas de camarão semi-intensiva que utilizavam bandejas de alimentação (viveiro- 0,4085mg/L; vertedouro- 0,7685mg/L) do que a presente pesquisa apresentou (viveiro – 70,3mg/L; vertedouro-60,4mg/L).

Segundo Esteves [4], o carbono orgânico total (TOC) ou carbono particulado total é constituído por duas categorias, a saber: o carbono orgânico particulado detrital e o carbono orgânico particulado da biota, que representa a forma orgânica do carbono. Os teores de carbono orgânico na água (viveiro: 19,6mg/L; vertedouro: 14,6mg/L) estiveram acima do permitido pela legislação (Tabela 2).

A demanda biológica de oxigênio (DBO) representa o oxigênio necessário para que os microrganismos degradem a matéria orgânica existente na água. Em ambientes bastante eutrofizados, o nível de DBO é elevado. Este parâmetro é bastante utilizado em análises ambientais, apesar de ser considerado muito empírico para alguns pesquisadores. Na presente pesquisa foram encontrados valores médios (vertedouro: DBO-66,7 mg/L e DQO-80,0 mg/L) mais elevados do que em outros trabalhos. Teichert-Coddington et al. [18] relataram valores médios (DBO: 11,5 mg/L e DQO: 32mg/L), em fazendas semi-intensivas no Golfo de Fonseca em Honduras. Trott e Alongi [14] reportaram uma concentração de DBO de 2,65 mg/L para cultivos de camarão na Austrália. Figueiredo et al. [19] encontrou com aeração/sem fertilização DBO:15,08 mg/L e com fertilização/com aeração DBO:11,17 mg/L em fazendas de camarão cultivadas em águas de interior.

Ainda em Trott e Alongi [14], no que se refere ao lançamento de sólidos na água, as concentrações de sólidos suspensos totais no ponto de descarga de fazendas de camarão em Muddy Creek, na Austrália foram de 60,3mg/L e por Paéz-Osuna et al. [20], em fazendas de camarão semi-intensivas no nordeste do México, os valores encontrados para as concentrações de sólidos suspensos totais no ponto de descarga foi de 80,5mg/L. Os valores encontrados nesta pesquisa foram muito mais elevados do que os encontrados por eles (vertedouro: 18.829,7mg/L).

4 Conclusões

Em função dos resultados obtidos para os parâmetros da água analisados, pode-se concluir que:

- O fósforo total (viveiro: 38,9mg/L; vertedouro: 4,3mg/L), nitrogênio total (viveiro: 70,3mg/L; vertedouro: 60,4mg/L), carbono orgânico total (viveiro: 19,6mg/L; vertedouro: 14,6mg/L), demanda biológica de oxigênio (viveiro: 75,8mg/L; vertedouro: 66,7mg/L) excederam o limite permitido pela legislação brasileira (CONAMA Resolução 357/2005 e 20/1986);
- O acúmulo de nutrientes pode estar relacionado com a forma de manejo do alimento, com o acúmulo de matéria orgânica (ração não consumida, excretas), densidade de camarão nos viveiros, com a concentração deste nutriente na composição da ração utilizada. Soma-se a isso o fato de a região ser utilizada como descarte de esgoto doméstico in natura pela comunidade local, o que tornaria o local não estável, corroborando com os elevados valores encontrados dos desvios padrão (Tabela 2). Assim sendo, recomenda-se o estudo dessas variáveis;
- As concentrações de sólidos suspensos totais em todas as amostras pesquisadas (Tabela 1) foram maiores do que os valores encontrados em outras pesquisas em fazendas de cultivo de camarão;
- Os níveis de DBO (vertedouro: 66,7 mg/L) e DQO (vertedouro: 80,0 mg/L) foram mais elevados do que o relatado por outras pesquisas em áreas de cultivo de camarão.

5 Referências

- [1] FELLEBERG, G. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. São Paulo: EPU, 1980. 196 p.
- [2] GLIESSMAN, R. S. Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. 1990 In: *Agroecology - Researching the ecological basis for sustainable agriculture* (Ed. Gliessman, R.S.) Springer Verlag, New York Inc. in BRUCHEM, J. V. Agro-ecosystems health. *P Seminar Held Wageningen*. September 26th, 1996. 119p.
- [3] BRUCHEM, J. V. Agro-ecosystems health. *P Seminar Held Wageningen*. September 26th, 1996. 119p.
- [4] ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988, 575p
- [5] NASCIMENTO, I. A. Carcinicultura: Problema ou Solução. In: *Mangrove 2000 - Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas*, 2000, Recife, PE, Mangrove 2000 CD ROM. *Trabalhos Completos: Exploração Racional do Ambiente*, Recife: Universidade Federal de Pernambuco/ International Society for Mangrove Ecosystems, 2000.
- [6] PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environ Manage* v.28, n.1, p.131-140, 2001.
- [7] PRIMAVERA, J. H.; LAVILLA-PITOGO, C. R.; LADJA, J. M.; LA PEÑA, M. R. de. A survey of chemical and biological products used in intensive prawn farms in the Philippines. *Mar Pollut Bull* v.26, n.1, p.35– 40, 1993.
- [8] SERGIPE. Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio. Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe. Secretaria de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Irrigação. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. *Estudo de áreas potenciais para o cultivo do camarão marinho em Sergipe*. Aracaju: CODISE. 2004.
- [9] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21. ed. 2005
- [10] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília: D.O.U., 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso: 20 nov. 2008.

- [11] QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aquicultura. *Comunicado Técnico* 44. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. São Paulo. p. 1-4, 2007.
- [12] PRIMAVERA, J. H. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. *Reviews in Fisheries Science*. v.1. p.151-201. 1993. Apud: PRIMAVERA, J. Tropical shrimp farming and its sustainability. p 257–289. In: SILVA, S.S. de (Eds.). *Tropical Mariculture*. London: Academic Press. 1998. 487p.
- [13] KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Adv Mar Biol* v. 40, p. 84–254, 2001.
- [14] TROTT, L. A.; ALONGI, D. M. The impact of shrimp pond effluent on water quality and phytoplankton biomass in a tropical mangrove estuary. *Mar Pollut Bull*. v.40, n.11, p. 947-951, 2000.
- [15] ALONSO-RODRIGUÉZ, R.; PAÉS-OSUNA, F. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture* v. 219, p.317-336, 2003.
- [16] MACEDO, J. A. B. *Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas*. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.
- [17] FRAGA, A. de P. C. Caracterização da Qualidade da Água, dos Sedimentos e dos Efluentes Gerados pela Atividade de Carcinicultura Marinha, em Duas Fazendas no Estado de Santa Catarina - Brasil. 2002. 30p. *Dissertação*. (Mestrado em Aquicultura). Departamento de Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- [18] TEICHERT-CODDINGTON, D. R.; MARTINEZ, D.; RAMIREZ, E. Partial nutrient budgets for semi-intensive shrimp farms in Honduras. *Aquaculture* v.190, p. 139-154, 2000.
- [19] FIGUEIRÊDO, M. C. B. *Questões Ambientais da Carcinicultura de Águas Interiores: O Caso da Bacia do Baixo Jaguaribe, CE*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 1677-1915. 2004. 51p.
- [20] PÁEZ-OSUNA, F. et al. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in North-western México. *Mar Pollut Bull* v. 34, n.5, p.290-297, 1997.