

# QUALIDADE DA ÁGUA NA CARCINICULTURA NA GRANDE ARACAJU-SERGIPE

Carlos Alexandre Borges Garcia<sup>1</sup>, Gracylenne Prata dos Santos<sup>2</sup>, Helenice Leite Garcia<sup>3</sup>

**Abstract** — *This study aimed to analyze, through the physicochemical parameters, the quality of the water used in shrimp farming in the Great Aracaju, SE. The main parameters analyzed were, turbidity, total dissolved solids, dissolved oxygen, conductivity, total phosphorus, total nitrogen, ammonia, nitrate, nitrite, chlorophyll-a, biological and chemical oxygen demand, carbon total organic, salinity, three sampling campaigns. Samples were collected at three stations: two ponds and spillway. The total phosphorus, total nitrogen, total organic carbon, biological oxygen demand and dissolved oxygen exceeded the limit permitted by Brazilian legislation for brackish water class I. Levels of chemical oxygen demand were greater than those reported in other studies. The observed accumulation of nutrients may be related to the way of handling, feed, fertilizers, antibiotics; accumulated organic matter and use of the area as a disposal of domestic sewage in nature.*

**Index Terms** — *shrimp, water quality, environmental legislation.*

## INTRODUÇÃO

Avanços tecnológicos e preservação do meio ambiente formam o *trade-off* da população mundial nos últimos anos. De um lado, a sociedade que busca pressionar os governos em busca de uma melhor qualidade de vida e do outro o desenvolvimento tecnológico que por conta do crescimento populacional, exige cada vez mais usar a tecnologia para aumentar a produção de alimentos. Sendo assim, esse conflito tem levado o homem a explorar mais os recursos naturais do planeta para atender de suas necessidades de sobrevivência e desenvolvimento social e econômico.

No entanto, o uso dos recursos ambientais, na maioria das vezes, sem nenhum planejamento, de maneira irracional, provocam a degradação desses recursos, 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 consiste em explorar os recursos naturais sem comprometer a qualidade de vida da geração presente e futura [1].

O contínuo aumento da população impõe uma crescente produção de alimentos, comprometendo, então, o meio ambiente [2]. E a zona costeira, por ser uma região de

contato entre o ambiente marinho e continental, é uma área de grande relevância tanto em relação aos aspectos sociais e econômica como, principalmente, ambiental. Esta constatação, deve-se, principalmente, à sua proximidade de vias de escoamento comercial e também de fontes alimentares e hídricas.

Dentre os problemas que atinge 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 os quais destaca-se o ecossistema estuarino-manguezal. Entende-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 [3], [4].

O ecossistema manguezal é fonte de matéria orgânica para as águas costeiras. Além disso, este ecossistema é uma área de reprodução, alimentação e berçário de diversas espécies aquáticas e terrestres. Por isso, influencia notoriamente na conservação da biodiversidade e a produtividade pesqueira em regiões estuarinas. Esse ambiente tem sido degradado, apesar das variadas funções sociais, econômicas e ecológicas desempenhadas por este. [5], [6].

A presença de substâncias químicas no ambiente, ou seja, utilização de agroquímicos que podem contaminar os corpos d'água costeiros, mesmo que estes se situem afastados da área de aplicação dos mesmos, 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 [7].

Neste contexto, 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

<sup>1</sup> Carlos Alexandre Borges Garcia, Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000 Rosa Elze, São Cristóvão – SE, Brasil

<sup>2</sup> Gracylenne Prata dos Santos, Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000 Rosa Elze, São Cristóvão – SE, Brasil

<sup>3</sup> Helenice Leite Garcia, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000 Rosa Elze, São Cristóvão – SE, Brasil

e utilização de agroquímicos nos ecossistemas costeiros pode causar diminuição do estoque pesqueiro, gerando consequências ambientais e econômicas.

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 [8].

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 extintos, 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 [7],[8].

Além dos impactos ambientais e sociais anteriormente, o impacto das substâncias utilizadas na produção do camarão em cativeiro deve ser considerado. Essas substâncias podem trazer consequências graves para o ambiente, pois são persistentes em ambientes aquáticos. O lançamento dessas 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 [9], [10], [11].

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) [10], [12].

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 [12].

Dessa forma, este trabalho buscou analisar a qualidade da água através 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.

## METODOLOGIA

### Área de estudo e coleta de amostras

O estado de Sergipe possui uma área territorial de 22.050,40 km<sup>2</sup>, o que representa 1,41% da região nordeste e 0,26% do território brasileiro, e 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 km<sup>2</sup>, Piauí, com 4.091,06 km<sup>2</sup>, Sergipe, com 3.292,99 km<sup>2</sup>, Vaza-Barris, com 2.979,34 km<sup>2</sup>, Real, com 2.583,97 km<sup>2</sup> e Japarutuba, com 1.828,70 km<sup>2</sup> [13].

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 11 viveiros em atividade, dos quais dois foram analisados nesta pesquisa. O cultivo é do tipo semi-intensivo. Nesta, não são utilizados nenhum outro tipo de insumo, além da ração. Após a despesca, os tanques ficam em exposição ao sol por um período de aproximadamente 15 dias para a secagem dos mesmos. Os viveiros estudados tinham cerca de 110 cm de profundidade, sendo povoados com cerca de 90 mil larvas cada um. Os camarões eram comercializados quando pesavam aproximadamente 9 g. Foi obtido, de cada viveiro estudado, aproximadamente 500 kg de camarão.



FIGURA. 1

Mapa da área de estudo

Para os dois viveiros foram realizadas em 3 campanhas na fazenda em estudo, em período ensolarado e em três pontos definidos como prioritários.

Análise dos parâmetros físico-químicos

As amostras foram coletadas em 2 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 [14], no laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e as médias, acompanhados das suas unidades de medida, encontram-se expressos na Tabela 1. Nesta, também, consta os limites permitidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 [15] para água salobra classe 1, referente ao cultivo de organismos aquáticos, e neste caso, à carcinicultura corroborando o tipo através dos valores médios encontrados da salinidade dos viveiros 17,3% e do vertedouro 22,3%.

TABELA. 1  
Valores médios dos parâmetros analisados

Parâmetros	Estação		CONAMA 357/2005 e nº20/1985
	Viveiros	Vertedouro	
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 <sub>4</sub> (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 <sub>4</sub> (µg/L)	13,7 ± 2,7	8,6 ± 1,3	-
N-NO <sub>3</sub> (mg/L)	53,5 ± 9,4**	49,6 ± 6,0**	0,40mg/L
N-NO <sub>2</sub> (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±7.39 8,2	-
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	-

Através desta tabela, percebe-se que dentre os parâmetros físico-químicos analisados, o fósforo total, nitrogênio total, carbono orgânico total, demanda biológica

de oxigênio 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.

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 no processo de cultivo. As concentrações médias de nutrientes encontradas nesta pesquisa, acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, pode 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.

Neste tipo de cultivo, 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.

Além disso, acreditam que a contribuição dos manguezais na elevação da taxa de nutrientes em águas tropicais limpas é relativamente baixa. Mas, os efluentes de viveiros de camarão contribuem significativamente para elevação e carreamento de nutrientes para os ecossistemas costeiros. Corroborando com essas observações, 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 estão de condizentes com os resultados desta pesquisa.

O nitrogênio e o fósforo são os elementos de maior 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. 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. E o nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato.

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).

Os 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 (viveiro – 70,3mg/L; vertedouro-60,4mg/L).

O carbono orgânico total (TOC) ou carbono particulado total é constituído por duas categorias: 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 1).

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 da literatura. Os seguintes valores médios (DBO: 11,5 mg/L e DQO: 32mg/L), em fazendas semi-intensivas no Golfo de Fonseca em Honduras [17] e concentração de DBO de 2,65 mg/L para cultivos de camarão na Austrália [18]. Além desses trabalhos, valores de, 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.

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 foi de 60,3mg/L [18] e 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 [19]. Os valores encontrados nesta pesquisa foram muito mais elevados do que os encontrados nestas referências (vertedouro: 18.829,7mg/L).

## CONCLUSÕES

A qualidade da água foi caracterizada pelos parâmetros físico-químicos nesta pesquisa. Dessa forma, ressalta-se que as concentrações do fósforo total, nitrogênio total, carbono orgânico total e demanda biológica de oxigênio excederam o limite permitido pela legislação brasileira (CONAMA Resolução 357/2005 e 20/1986) de uma forma bastante absurda, como por exemplo, para o fósforo esse limite ultrapassou em mais de 30 mil vezes. Sendo este elemento um dos principais indicadores da qualidade da água e da ocorrência do processo de eutrofização, fica clara a necessidade de um programa de recuperação dessa área.

Neste trabalho, foi observado que as concentrações de sólidos suspensos totais em todas as amostras pesquisadas foram maiores do que os valores encontrados em outras pesquisas em fazendas de cultivo de camarão. Para os níveis de DBO (vertedouro: 66,7 mg/L) e DQO (vertedouro: 80,0 mg/L), também, foram mais elevados do que o determinado em outras pesquisas em áreas de carcinicultura.

É importante comentar que o acúmulo de nutrientes pode estar relacionado com a forma de manejo do alimento, acúmulo de matéria orgânica (ração não consumida, excretas) e densidade de camarão nos viveiros. Além disso, a concentração destes nutrientes na composição da ração utilizada e ao fato dessa região ser utilizada como descarte de esgoto doméstico *in natura*, confirmam os elevados valores encontrados dos desvios padrão. Neste contexto, sugere-se uma análise dessas variáveis para um programa de gestão de processo e ambiental.

## REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, C. N., CAMPOS, V. P., MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. Química Nova, v 33, n 5, 2010.
- [2] FELLEBERG, G. Introdução aos problemas da poluição ambiental. São Paulo. EPU, 1980. 196 p.
- [3] YANG, Y. BAIPENG, P., GUANGCHEG, C., YAN, C. Processes of organic carbon in mangrove ecosystems. Acta Ecologica Sinica, 31, 169–173, 2011.
- [4] JANEÓ, R. L., CORRE JR, V. L., SAKATA, T.. Water quality and phytoplankton stability in response to application frequency of bioaugmentation agente in shrimp ponds. Aquacultural Engineering, 40, 120-125, 2009.
- [5] MACEDO, C. F., TAVARES-SIPAÚBA, L. H.. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. Bol. Inst. Pesca, 36(2): 149 – 163, 2010.
- [6] RAY, A., DILLON, K. S., LOTZ, J. M.. Water quality dynamics and shrimp (*litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. Aquacultural Engineering, 45, 127-136, 2011
- [7] MOLNAR, N., WELSH, D. T., MARCHAND, C., DEBORDE, J., MEZIANE, T.. Impacts of shrimp farm effluent on water, benthic metabolism and N-dynamics in a mangrove forest (New Caledonia). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 117, 12-21, 2013.
- [8] FU, L., CHEN, X., WANG, Y.. Quality evaluation of farmed whiteleg shrimp, *litopenaeus vannamei* treated with different slaughter processing by infrared spectroscopy. Food Chemistry, 151, 306-310, 2014.
- [9] MA, Z., SONG, X., WAN, R., GAO, L.. A modified water quality index for intensive shrimp ponds of *Litopenaeus vannamei*. Ecological Indicators, 24, 287-293, 2013
- [10] PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. Environmental Management. v.28. n.1. p.131-140. 2001.
- [11] FERREIRA, N.C., BONETTI, C., SEIFFERT, W.Q. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. Aquaculture, 318, 425-433, 2011
- [12] CARBAJAL-HERNÁNDEZ, J. J., SÁCHEZ-FERNÁNDEZ, L. P., VILLA-VARGAS, L. A., CARRASCO-OCHOA, J. A., MARTÍNEZ-TRINIDAD, J. F.. Water quality assessment in shrimp culture using an analytical hierarchical process. Ecological Indicators, 29, 148-158, 2013.
- [13] 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.

[14] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 21<sup>o</sup>ed. 2005

[15] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 357 de 17 de março de 2005. Brasília: D.O.U., 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama> .Acessado em 20 de novembro de 2008.

[16] QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aqüicultura. Comunicado Técnico 44. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. São Paulo. p. 1-4. 2007.

[17] 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

[18] 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.

[19] PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVAN, S. R.; RUIZ-FERNANDEZ, A. C.; ESPINOZA-ÂNGULO, R. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in North-western México. Marine Pollution Bulletin. v. 34. n.5. p.290-297. 1997.