

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

CARACTERIZAÇÃO IÔNICA DAS ÁGUAS DE CARCINICULTURA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO

*Rômulo André Santos Silva¹ ; Jeferson Alves de Alcântara²; Marcos Vinicius Teles Gomes³;
Carlos Alexandre Borges Garcia⁴ & Silvânio Silvério Lopes da Costa⁵*

RESUMO – A carcinicultura pode afetar negativamente corpos hídricos adjacentes por meio de alteração da qualidade da água, sendo assim, este trabalho tem como objetivo caracterizar as águas de carcinicultura na região baixo São Francisco por meio de parâmetros iônicos. Foram delimitadas duas fazendas de criação de camarão nos municípios de Igreja Nova/AL (P1) e Propriá/SE (P2) ambas em perímetros irrigados e analisados os seguintes íons, NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , F^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ além do pH. A técnica utilizada foi a cromatografia de íons e o pH foi mensurado através de medidor portátil *in loco*. Foi constatado que o F^- , Cl^- , NO_3^- se mostraram em desacordo com o CONAMA 357/2005, e podem estar relacionados com os insumos aplicados aos viveiros de produção além da possível influência de outras propriedades. Quanto aos cátions verificou-se que em 37,5% dos pontos apresentou-se aumento na concentração o que pode ser explicado pela aplicação de insumos para equalizar as concentrações próximos as de águas salinas e garantir o desenvolvimento adequado do crustáceo. Diante do exposto, sugere-se que a atividade de carcinicultura na região necessita de atenção visto que já apresenta alguns parâmetros em desacordo com a legislação além de realizar a implementação de melhores práticas de produção.

ABSTRACT– Shrimp farming can negatively affect adjacent water bodies by altering water quality, so this work aims to characterize shrimp farming waters in the lower São Francisco region, using ionic parameters. Two shrimp farms were delimited in the counties of Igreja Nova / AL (P1) and Propriá / SE (P2) both in irrigated perimeters and the following ions, NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , F^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and Na^+ were analyzed, beyond pH. The technique used was ion chromatography and the pH was measured using a portable meter *in situ*. It was found that the F^- , Cl^- , NO_3^- showed to be at discord with CONAMA 357/2005, and may be related to the inputs applied to the production ponds in addition to the possible influence of other properties. As for cations, it was found that in 37.5% of the points there was an increase in concentration, which can be explained by the application of inputs to equalize concentrations close to those of marine waters and ensure the proper development of the

¹) Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais. Universidade Federal de Sergipe. Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, romuloandre.555@gmail.com;

²) Graduando, Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe. Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000;

³) Pesquisador, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 5ª Superintendência Regional de Penedo (AL), CEP: 57200-000;

⁴) Professor, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000;

⁵) Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais e Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, São Cristóvão, CEP 49100-000.

crustacean. In view of the above, it is suggested that shrimp farming in the region needs attention since it already presents some parameters in disagreement with the legislation in addition to implementing the best production practices.

Palavras-Chave – Qualidade da água; cromatografia iônica; criação de camarão.

INTRODUÇÃO

A atividade de carcinicultura contribui com aproximadamente 50% (4,5 bilhões de toneladas) do consumo total anual de camarão, sendo o *Litopenaeus vannamei* a espécie mais cultivada, apresentando 70% de todo o camarão produzido no mundo (FAO, 2013; Hatje *et al.*, 2016). Países como a China, Indonésia, Equador, Vietnã, Índia, Tailândia, México e Brasil, despontam como os maiores produtores (FAO, 2019). No Brasil, os estados da região nordeste como, Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Sergipe tem sido responsáveis por 99% (64,056 toneladas) de toda a produção nacional (Rodrigues e Borba, 2012).

Os efluentes gerados pela carcinicultura podem causar alterações na qualidade da água quando aportados em corpos hídricos naturais influenciados pelas quantidades de aditivos químicos que são acrescentados para melhorar a produção (Gräslund e Bengtsson, 2001). Diante desta prerrogativa os efluentes são enriquecidos com nutrientes como nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), fluoreto (F^-) e sais como sódio (Na^+), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), que são acrescentados nas águas para garantir crescimento e sobrevivência dos crustáceos, principalmente em produções de camarão em águas doces, porém, se realizado de maneira ineficiente pode afetar os ecossistemas adjacentes às

propriedades de carcinicultura (Páez-Osuna, 2001; Menezes, de et al., 2017; León-Cañedo et al., 2017; Mirzaei et al., 2019).

Desta maneira, Biao, Zhuhong e Xiaorong (2004) constataram que a cultura do camarão resultou na degradação de áreas úmidas, poluição localizada e em problemas de salinização em algumas áreas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da produção do camarão na qualidade das águas de entrada e saída em propriedades de carcinicultura localizadas na região da sub-bacia hidrográfica do Baixo São Francisco por meio de caracterização iônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado em propriedades produtoras de camarão localizadas na região da sub-bacia hidrográfica do Baixo São Francisco em áreas adjacentes aos municípios de Propriá/SE e Igreja Nova/AL (CBHSF, 2019).

Esta região apresenta a aquicultura como uma das principais atividades econômicas, com destaque para a piscicultura (CODEVASF, 1989; Passador *et al.*, 2006). Ademais, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) tem fornecido incentivos para o desenvolvimento da carcinicultura, visto que, a região apresenta características adequadas e viabilidade técnica para o cultivo deste crustáceo (Passador *et al.*, 2006), tanto em águas doces como salobras, o que tem tornado a região como uma das mais promissoras em âmbito nacional (ABCCAM, 2015).

Pontos, coletas e metodologia de análise de amostras de água

Foram realizadas duas campanhas de amostragem nos meses de outubro e dezembro de 2018 estabelecidas em duas fazendas de criação de camarão, nos municípios de Igreja Nova/AL e Propriá/SE. A Tabela 1 apresenta a descrição dos pontos de amostragem definidos e as coordenadas geográficas das propriedades. Vale ressaltar que as propriedades estão localizadas em perímetros irrigados, onde a captação é realizada por meio de bombeamento, aportada em canais e levadas para os viveiros de produção.

Tabela 1 – Descrição dos pontos de amostragem e coordenadas de localização em UTM.

Propriedades de carcinicultura	Descrição/ pontos de amostragem	Município/Estado	Coordenada em UTM	
			Longitude	Latitude
P1	Cap- ponto próximo a captação da água para viveiros. Viv- ponto localizado dentro de viveiro de produção.	Igreja Nova/AL	758010	8867221
P2	Dre- ponto no percurso de drenagem de água dos viveiros.	Propriá/SE	746375	8865035

As amostras foram coletadas seguindo procedimentos estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 2017) e levadas para o Laboratório de Tecnologia e Monitoramento Ambiental – LTMA da Universidade Federal de Sergipe.

Os parâmetros analisados e as metodologias utilizadas estão descritos na Tabela 2. A técnica de análise empregada foi a cromatografia de íons. O pH foi mensurado in situ com a utilização de medidor portátil.

Tabela 2 - Parâmetros analisados, metodologias aplicadas e limites de detecção.

Parâmetros	Unidades	Metodologia	LD
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,001
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,01
Cloreto (Cl ⁻)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	1
Fluoreto (F ⁻)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,01
Cálcio (Ca ²⁺)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,01
Magnésio (Mg ²⁺)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,05
Potássio (K ⁺)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,01
Sódio (Na ⁺)	mg L ⁻¹	US EPA 300.1	0,04

Legenda: LD- limite de detecção do método; SWEWW- Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater; EPA- Environmental Protection Agency.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva das concentrações iônicas das águas da região em estudo, mostra que os maiores valores iônicos para o P1 (Igreja Nova) estão na ordem de Cl⁻ > Na⁺ > NO₃⁻ > Ca²⁺ > F⁻ > Mg²⁺ > K⁺ > NO₂⁻, já para P2 (Propriá) a distribuição ocorre da seguinte maneira Cl⁻ > Na⁺ > NO₃⁻ > Ca²⁺ > F⁻ > Mg²⁺ > K⁺ > NO₂⁻. Essas ordens de concentrações são semelhantes as encontradas por Nila Rekha *et al.* (2015) nas bacias hidrográficas dos rios Vellar e Colleroon, na Índia, que apresentam cultivo de camarão de forma extensiva.

Tabela 3 - Estatística descritiva das concentrações iônicas das propriedades de carcinicultura.

Parâmetros (mg L ⁻¹)	P1				P2			
	Mín.	Máx.	Méd.	DP	Mín.	Máx.	Méd.	DP
pH	7,12	8,03	7,61	0,31	7,70	7,90	7,78	0,08
NO ₃ ⁻	2,21	24,55	10,66	8,68	2,41	179,95	32,86	65,22
NO ₂ ⁻	0,01	0,11	0,06	0,04	0,011	0,25	0,08	0,09
Cl ⁻	2,03	87,64	23,04	29,61	3,83	290,58	67,38	99,26
F ⁻	0,90	5,70	3,66	1,75	2,43	28,36	8,36	9,38
Ca ²⁺	1,76	23,65	6,62	7,64	2,20	37,13	12,73	11,58
Mg ²⁺	0,63	10,01	2,77	3,27	0,74	25,61	7,48	8,20
K ⁺	0,42	4,82	1,61	1,50	0,59	4,17	2,12	1,45
Na ⁺	2,43	53,10	14,50	17,60	3,10	167,26	41,69	56,08

*P1- Igreja Nova/AL, P2- Propriá/SE. **Mín- mínimo; Max- máximo; Med- média e DP- desvio padrão.

Conforme mencionado o íon Cl⁻ é o dominante, com as maiores concentrações, no qual apresentou variação de 2,03 (P1/2^a captação) a 290,58 (P2/1^a drenagem) mg L⁻¹. O P2 apresentou as maiores concentrações nas duas campanhas de amostragem, além de estar em desacordo com a resolução CONAMA 357/05 (250 mg L⁻¹) na primeira campanha (Figura 1a). Ressalta-se que a área de estudo foi classificada como água doce classe 2 por meio da resolução CONAMA 357/05.

Já o F⁻ apresentou-se acima do máximo estabelecido (1,4 mg L⁻¹) em todas as campanhas de amostragem em ambos os pontos estudados (Figura 1b). Com variação de 2,06 mg L⁻¹ (P1 captação) a 28,36 mg L⁻¹ (P2 drenagem) ambos na primeira campanha.

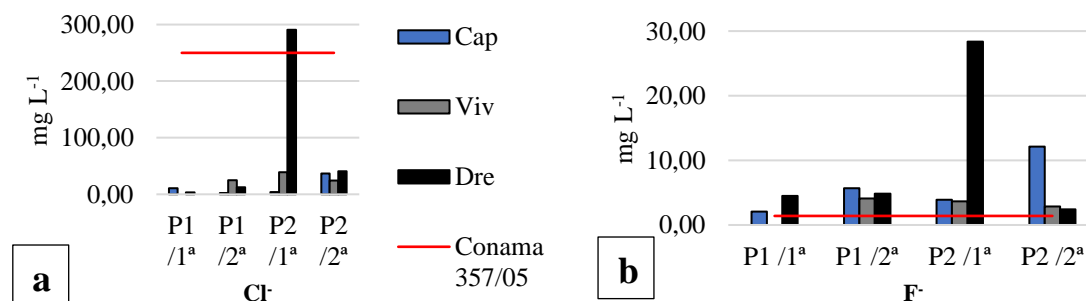


Figura 1- Variação dos ânions Cl⁻ e F⁻ nas águas de captação, viveiro e drenagem nas propriedades P1 e P2.
*1^a Campanha e 2^a Campanha amostral.

A variação de NO_2^- foi de $0,0064 \text{ mg L}^{-1}$ (NO_2^-) (P2/2ª viveiro) a $0,1277 \text{ mg L}^{-1}$ (NO_2^-) (P2/2ª captação) (Figura 2a). O NO_2^- não ultrapassou o máximo estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (1 mg L^{-1}), enquanto o NO_3^- esteve acima do estabelecido em P1 na primeira campanha (drenagem) e segunda campanha (captação e drenagem) e no P2 na primeira campanha (drenagem), o valor máximo para o NO_3^- de acordo com o CONAMA 357/2005 é de 10 mg L^{-1} (Figura 2b).

Em relação ao parâmetro pH, variou entre 7,12 (P1/2ª captação) e 8,03 (P1/1ª captação) em todas as campanhas e pontos (Figura 2c).

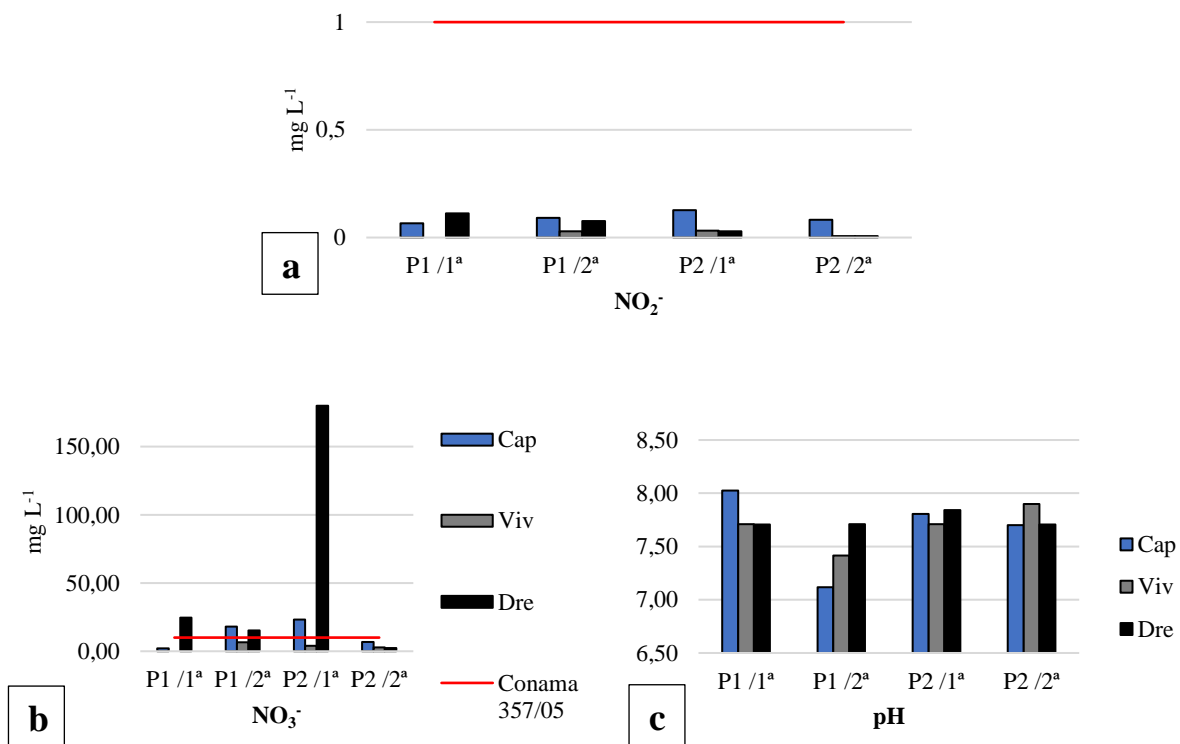


Figura 2 - Variação de NO_2^- , NO_3^- e pH nas águas de captação, viveiro e drenagem das propriedades P1 e P2. *1ª Campanha e 2ª Campanha amostral.

Os cátions apresentaram a seguinte relação $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$, como pode ser verificado na Tabela 3. Sendo o ponto P2 registrado com as maiores concentrações em relação ao P1, principalmente na primeira campanha no canal de drenagem (Figura 3).

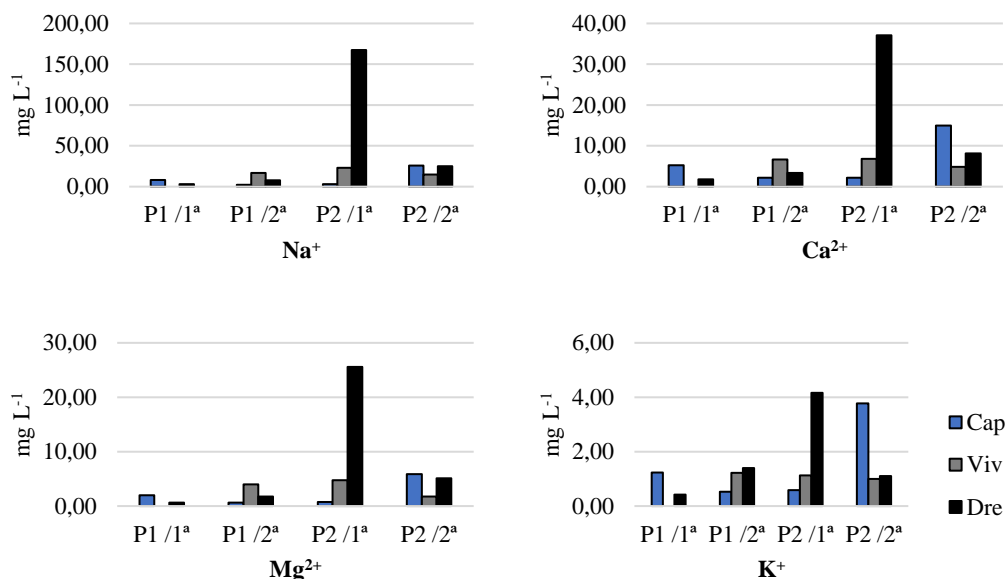


Figura 3 - Variação de cátions (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) nas águas de captação, viveiro e drenagem nas propriedades P1 e P2. *1^a Campanha e 2^a Campanha amostral.

Neste estudo foi possível verificar que os níveis de F^- mostraram-se acima do estabelecido pelo CONAMA 357/2005 ($1,4 \text{ mg L}^{-1}$) em todos os pontos, além de ultrapassar a concentração de $\leq 0,5 \text{ mg L}^{-1}$, para proteção da fauna de água doce estabelecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (FAO, 2018). Podendo tornar-se potencialmente tóxica para espécies de invertebrados sensíveis presentes na área receptora dos efluentes.

O aumento da concentração de F^- em áreas produtoras de camarão pode ser explicado devido à aplicação de fertilizantes fosfatados e pesticidas (Gonzalo e Camargo, 2013), além da influência de outras culturas que são desenvolvidas como a piscicultura e a rizicultura, ressaltando que nos perímetros irrigados os canais de captação e drenagem são utilizadas por diversas propriedades.

Durante o processo de produção do camarão, insumos com altas cargas de nutrientes são aplicados. Molnar *et al.* (2013), demonstram que cerca de 70 e 50% de nitrogênio total, adicionados as lagoas de camarão não são assimilados pelos organismos e conseqüentemente acabam sendo incorporados a coluna d'água. Nila Rekha *et al.* (2015), identificou concentrações de 1 e 2 mg L^{-1} (NO_3^-) nas bacias dos rios Vellar e Colleroon, respectivamente, valores bem abaixo aos encontrados nos pontos P1 e P2 que variaram entre 2,21 a $179,95 \text{ mg L}^{-1}$ (NO_3^-). Além disso, pode-se inferir que as altas concentrações de NO_3^- estão relacionadas com a presença de bactérias nitrificantes que tem convertido o NO_2^- em NO_3^- associado ao pH, levemente neutro e alcalino (EPA, 2002). A carga

excessiva de nutrientes pode levar a mudanças indesejáveis na estrutura e função do ecossistema, principalmente em relação ao processo de eutrofização (Biao, Zhuhong e Xiaorong, 2004).

As águas de interior utilizadas para a produção do camarão devem apresentar algumas características específicas em sua composição em relação a água marinha, como por exemplo, composição iônica da água do mar que possui os íons mais importantes para a osmorregulação, dos camarões, principalmente o Cl^- e o Na^+ , no entanto, a água doce usada para a criação de camarão carece de outros íons K^+ , Na^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} , em concentrações adequadas, fazendo com que os produtores realizem a adequação desses íons através do balanço iônico da água (Valencia-Castañeda *et al.*, 2017). No entanto, a partir dos dados obtidos, em 50% as concentrações de cátions na captação estiveram maiores que as concentrações nos canais de drenagens, além do mais é percebido que em 37,5% das campanhas ocorre aumento na concentração de cátions nos viveiros que podem ser indício da regulação iônica realizadas pelos produtores além de aplicação de fertilizantes.

As concentrações dos cátions analisados foram comparados com o trabalho de Valencia-Castañeda *et al.* (2017) que realizou o monitoramento de águas de interiores de carcinicultura no México, diante desta comparação, constatou-se que a concentração de sais em P1 e P2 apresentaram-se abaixo em relação as propriedades mexicanas, além de estarem abaixo das concentrações de sais marinhos. Ainda assim, destaca-se que P2/1ª apresentou-se com as maiores concentrações de Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , F^- e NO_3^- no canal de drenagem o que pode ser explicado devido a possível influência de outras propriedades, produtoras de camarão ou de outras culturas, como a rizicultura, que se utilizam do mesmo canal de drenagem.

CONCLUSÕES

A partir deste trabalho, sugere-se que a atividade de carcinicultura na sub-bacia do Baixo São Francisco tem se mostrado propensa a provocar alterações no meio ambiente, principalmente em relação aos parâmetros iônicos F^- , NO_3^- e Cl^- , no entanto, as concentrações de cátions apresentaram-se abaixo das concentrações de águas marinhas, trazendo ao fato de que a atividade ainda não interfere de forma que venha causar salinização do corpo hídrico receptor. A criação do camarão por ser considerada uma atividade crescente e levando em consideração os impactos que está a ela atrelada, faz com que seja necessário realizar a implementação de melhores práticas quanto ao cultivo, alimentação e consequente descarte do efluente gerado.

AGRADECIMENTOS

CNPq; CAPES; FAPITEC; ITPS; DESO

REFERÊNCIAS

ABCCAM. *Baixo Sao Francisco de SE inicia produção de camarão*. Disponível em: <<https://abccam.com.br/2015/04/baixo-sao-francisco-de-se-inicia-producao-de-camarao/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

APHA, A. P. H. A. (2017). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. 23. ed. [s.l.] PHARMABOOKS EDITORA.

BIAO, X.; ZHUHONG, D.; XIAORONG, W. (2004). "Impact of the intensive shrimp farming on the water quality of the adjacent coastal creeks from Eastern China". *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 5–6, pp. 543–553.

CBHSF, C. DA B. H. DO R. S. F. *A Bacia*. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/#regioes-hidrograficas>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

CODEVASF. (1989). *Plano diretor para o desenvolvimento do Vale do São Francisco*. Programa p ed. Brasília: Embrapa Pantanal.

EPA, U. S. E. P. A. (2002). Nitrification. In: AWWA (Ed.). *Office of Ground Water and Drinking water*. 1. ed. Washington D.C.: EPA, pp. 17.

FAO. (2013). *Fishery and Aquaculture Statistics*. Rome: FAO.

_____. (2018). *World fisheries and aquaculture in review*. ROMA.

_____. (2019). *Fisheries and Aquaculture Software*. FishStat - Softwaree for Fishery Statistical Times Series, Rome, FAO.

GRÄSLUND, S.; BENGTSSON, B. E. (2001). "Chemicals and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment - A review". *Science of the Total Environment*, v. 280, n. 1–3, pp. 93–131.

HATJE, V.; SOUZA, M. M. DE; RIBEIRO, L. F.; EÇA, G. F.; BARROS, F. (2016). "Detection of environmental impacts of shrimp farming through multiple lines of evidence." *Environmental Pollution*, v. 219, pp. 672–684.

LEÓN-CAÑEDO, J. A.; ALARCÓN-SILVAS, S. G.; FIERRO-SAÑUDO, J. F.; MARISCAL-LAGARDA, M. M.; DÍAZ-VALDÉS, T.; PÁEZ-OSUNA, F. (2017). "Assessment of environmental loads of Cu and Zn from intensive inland shrimp aquaculture." *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 189, n. 2.

MENEZES, F. L. G. DE; SILVA, A. J. C. DA; MARTÍNEZ-HUITLE, C. A.; ZANTA, C. L. P. S.; ALVES, J. J. F.; CASTRO, S. S. L. (2017). "Electrochemical treatment of shrimp farming effluent: role of electrocatalytic material." *Environmental Science and Pollution Research*, v. 24, n. 7, pp. 6061–6070.

MIRZAEI, F. S.; GHORBANI, R.; HOSSEINI, S. A.; HAGHIGHI, F. P.; SARAVI, H. N. (2019). "Associations between shrimp farming and nitrogen dynamic: A model in the Caspian Sea." *Aquaculture* v. 510, n. June, pp. 323–328.

MOLNAR, N.; WELSH, D. T.; MARCHAND, C.; DEBORDE, J.; MEZIANE, T. (2013). "Impacts of shrimp farm effluent on water quality, benthic metabolism and N-dynamics in a mangrove forest (New Caledonia)." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 117, n. 2, pp. 12–21.

NILA REKHA, P.; GANGADHARAN, R.; RAVICHANDRAN, P.; MAHALAKSHMI, P.; PANIGRAHI, A.; PILLAI, S. M. (2015). "Assessment of impact of shrimp farming on coastal groundwater using Geographical Information System based Analytical Hierarchy Process." *Aquaculture*, v. 448, pp. 491–506.

PÁEZ-OSUNA, F. (2001). "The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives." *Environmental Management*, v. 28, n. 1, pp. 131–140.

PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L.; ROSA, A. B. DE S.; ALVES, T. (2006). "Arranjo Produtivo Local de Aquicultura do Baixo São Francisco". *Encontro de Administração Pública e Governança*, pp. 1–16.

RODRIGUES, J.; BORBA, E. M. (2012) "Carcinicultura brasileira : estatísticas e revelações". *Feed & Food - ABCC*, pp. 40–42.

VALENCIA-CASTAÑEDA, G.; MILLÁN-ALMARAZ, M. I.; FIERRO-SAÑUDO, J. F.; FREGOSO-LÓPEZ, M. G.; PÁEZ-OSUNA, F. (2017). "Monitoring of inland waters for culturing shrimp *Litopenaeus vannamei*: application of a method based on survival and chemical composition" *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 189, n. 8.