

MAPEAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DA CARCINICULTURA NO LITORAL DO ESTADO DE SERGIPE, BRASIL

Bruno Barros de Souza

Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia – INEMA
Unidade Regional Chapada Diamantina
brunobarros.eco@gmail.com

Janisson Batista de Jesus

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – PPGSR
janisson.eng@gmail.com

Francis Luiz Santos Caldas

Universidade Federal de Sergipe – UFS
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – PPEC
francisluiz_bio@hotmail.com

Marly Menezes Santos

Administração Estadual do Meio Ambiente do Estado de Sergipe – ADEMA
marly.raizca@yahoo.com.br

RESUMO

O estado de Sergipe, apesar de ser o menor estado do Brasil, responde por um expressivo percentual da produção nacional de camarão, e, apesar disso, a distribuição espacial e temporal da carcinicultura ao longo do território sergipano ainda não foi estudada. Por isso, o objetivo do presente estudo foi mapear as áreas de cultivo de camarão no litoral sergipano ao longo do tempo e analisar a sua distribuição espacial no estado de Sergipe. Para isto, foram mapeados e analisados o número de viveiros e a sua área produtiva, utilizando dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão e órgãos do estado de Sergipe, e levantamento por imagens de satélite. Observou-se um crescente aumento ao longo do tempo tanto na quantidade de viveiros como na área de produção de camarão, com maior expressão no ano de 2016, sendo de 1.507,04 ha, divididos em 1.951 viveiros em 17 municípios. Verificou-se também a ocorrência de Aglomerados Subnormais na região metropolitana de Aracaju. O estudo permitiu mapear e contabilizar o número de tanques e estimar a área de produção destinada à atividade de carcinicultura ao longo do litoral de Sergipe, mostrando a potencialidade da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto na temática.

Palavras-chave: Análise espacial. Bacias Hidrográficas. Zona Costeira.

SPATIO-TEMPORAL MAPPING OF SHRIMP FARMING IN THE COAST OF THE STATE OF SERGIPE, BRAZIL

ABSTRACT

The state of Sergipe, despite being the smallest state in Brazil, accounts for a significant percentage of national shrimp production, and despite that, the spatial and temporal distribution of shrimp farming throughout Sergipe territory has not been studied. Therefore, the objective of the present study was to map shrimp cultivation areas along the coast of Sergipe over time and analyze its spatial distribution in the state. For this, the number of nurseries and their productive area was mapped and analyzed, using data from the Brazilian Association of Shrimp Breeders and organs of the state of Sergipe, and satellite imagery survey. There was a growing increase over time in both the number of nurseries and the shrimp production area, with greater expression in 2016, representing 1507.04 ha, divided in 1951 nurseries in 17 municipalities. It was also verified the occurrence of Subnormal Agglomerates in the metropolitan region of Aracaju. The study enabled the mapping and counting of the number of tanks and estimated the area of production destined to the shrimp farming activity along the Sergipe coast, showing the potential of remote sensing techniques application in the theme.

Keywords: Spatial analysis. Watersheds. Coastal Zone

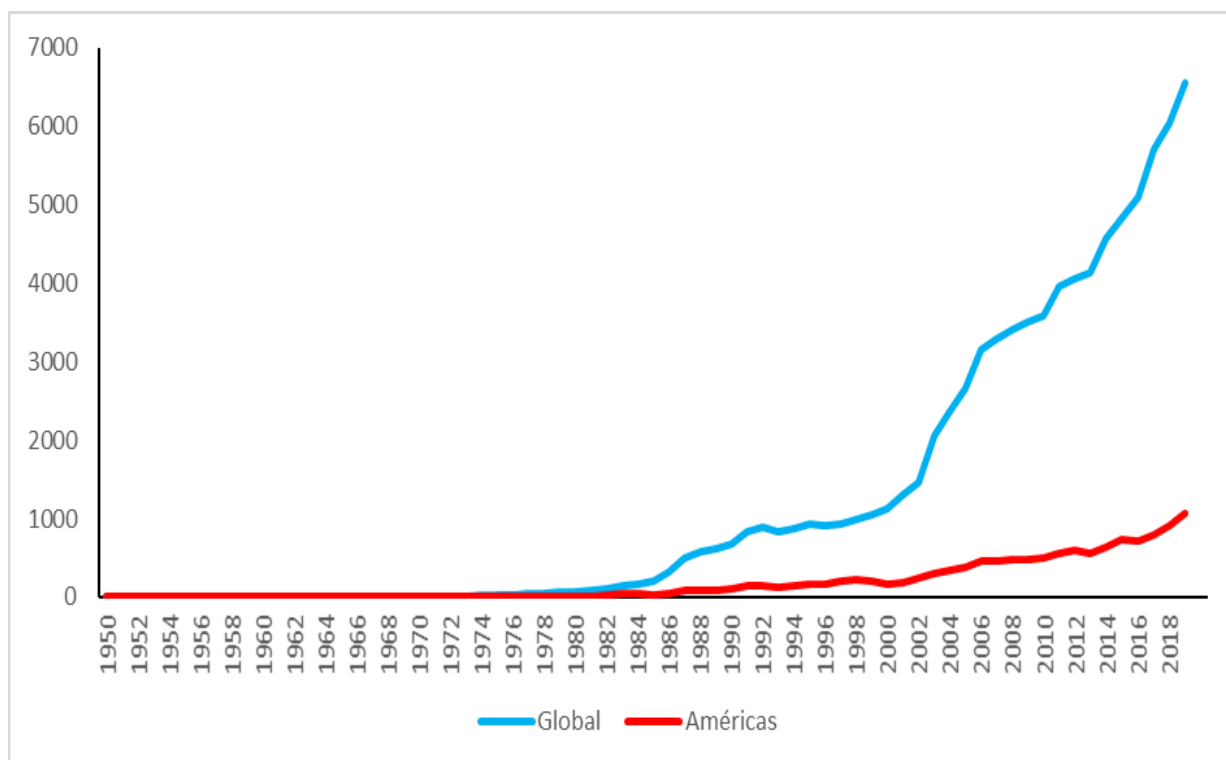
INTRODUÇÃO

Em um fenômeno conhecido como revolução azul, de maneira análoga à revolução verde da agricultura, os governos e empreendedores de diversos países criaram estímulos para a produção de camarão (QUEIROZ et al., 2013). Isso impulsionou a expansão da carcinicultura, que ocorreu de forma mais acentuada entre 1985 e 2004, e tinha como objetivo que o crustáceo atendesse à demanda crescente por proteína animal, servindo de fonte de renda para comunidades litorâneas pobres (DIANA, 2009; QUEIROZ et al., 2013).

Esse movimento foi particularmente intenso em regiões tropicais do sudeste asiático, América latina e mais recentemente África (ABREU ET AL., 2011; QUEIROZ et al., 2013). No Brasil, Equador, Malásia, México, dentre outros países em desenvolvimento, a expansão da carcinicultura se deu sob forte incentivo governamental, mesmo sem que houvesse sistemas eficazes para seu planejamento e gestão, ou mecanismos regulatórios para as atividades (MEIRELES et al., 2007; QUEIROZ et al., 2013).

Conforme dados da FAO (2021), a produção mundial de camarão evoluiu de uma indústria de 1.350 t/ano para 6.555.315 t/ano desde a década de 50, tendo seu primeiro boom se iniciado na década de 80, quando o padrão de crescimento da atividade mudou drasticamente, acentuando o aumento da produção (Figura 1). Observou-se ainda um segundo período de aceleração a partir do ano 2000, com alguns períodos de franca expansão, sem observar retração significativa entre os anos.

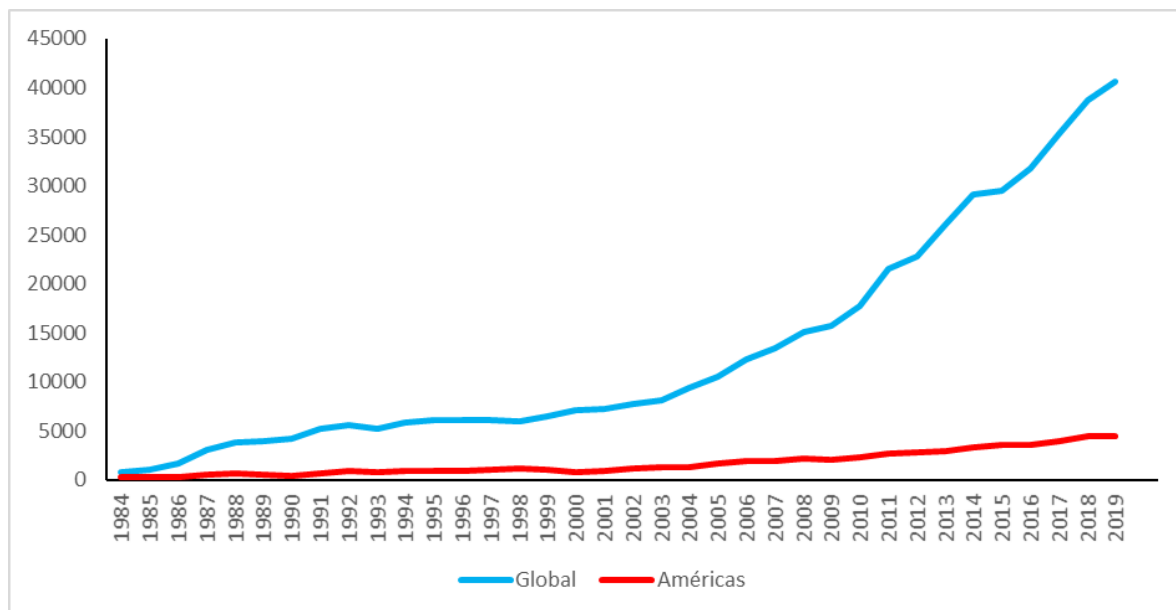
Figura 1 - Produção global de camarão comparada à produção do continente americano (x10³ t).



Fonte - FAO, 2021.

Desse modo, a carcinicultura tornou-se uma indústria multibilionária, movimentando mais de 40 bilhões de dólares em 2019, e com um crescimento significativo desde a década de 80, proporcional à sua produção (Figura 2). O valor dessa indústria cresceu 4.592 % entre 1984 e 2019, enquanto sua produção cresceu 3.707 % no mesmo período, refletindo a valorização do produto ao longo do tempo (FAO, 2021).

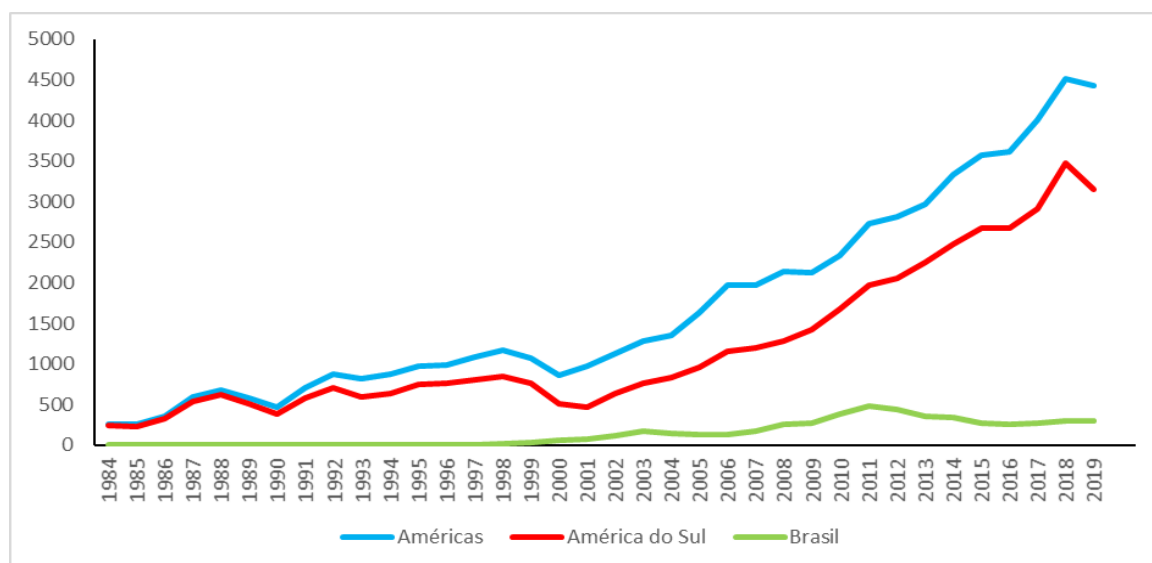
Figura 2 - Produção global de camarão comparada ao continente do continente americano (x10⁶ USD).



Fonte - FAO, 2021.

No continente americano, constata-se a forte participação dos países sul-americanos no mercado da carcinicultura, cuja participação representou aproximadamente 58% do valor produzido em todo o continente americano no ano 2000, chegando a 71% do total em 2019, deixando clara a importância desses países nessa indústria (FAO, 2021) (Figura 3). No Brasil, no entanto, esse crescimento foi menos expressivo, tendo apresentado períodos de retração que impactaram o desenvolvimento dos empreendimentos, reduzindo sua participação no mercado internacional (FAO, 2021).

Figura 3 - Produção de camarão do continente americano, dos países sul-americanos e do Brasil (x10⁶ USD).



Fonte - FAO, 2021.

No estado de Sergipe, a produção aquícola de camarão gerou, no ano de 2018, aproximadamente R\$ 53,5 milhões, tendo alcançado em 2020 um valor aproximado de R\$ 83 milhões. Para o mesmo período a produção aquícola total foi de R\$ 65,7 milhões e R\$ 95,9 milhões. Assim, demonstra-se que a carcinicultura responde por mais de 80% da receita gerada com toda a produção aquícola do estado, incluindo a piscicultura de todas as espécies somadas (IBGE, 2020).

Diante do panorama exposto, esse crescimento da carcinicultura ocorreu de maneira desordenada, trazendo como resultado de extensos impactos ao meio ambiente, sendo facilmente listados e vastamente discutidos na literatura (ex.: (HOPKINS et al., 1995; MEIRELES et al., 2007; PAUL e VOGL, 2011; BERLANGA-ROBLES et al., 2011)), dentre os quais a conversão de terras úmidas litorâneas, principalmente áreas de manguezais, e contaminação das águas doces estão entre os principais (DUKE et al., 2007). Por isso, a análise espacial desse tipo de produção econômica é uma importante medida tanto para o planejamento e ordenamento como para evitar ou minimizar os problemas ambientais.

Deve-se ressaltar que no Brasil, particularmente no nordeste brasileiro, a atividade de carcinicultura é majoritariamente praticada sem o devido processo de licenciamento ambiental. A exemplo do diagnóstico da carcinicultura no estado do Ceará, realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), que apontou que 51,8% dos empreendimentos encontravam-se em situação irregular até 2005 (IBAMA, 2005).

No estado de Sergipe, a situação não é diferente, e a prática se expandiu por décadas sem passar pelos devidos processos de regularização. Apenas no ano de 2013 foi criada pelo governo do estado de Sergipe uma resolução que estabelece as condições específicas para o procedimento de regularização desse tipo de empreendimento (SERGIPE, 2013). Nesse estado, por falta de regulamentação para a atividade, os viveiros de camarão se proliferaram de maneira bastante intensiva nos estuários dos principais rios do estado, tendo apenas cerca de 6% de seus empreendimentos em situação regular quanto ao licenciamento ambiental até o ano de 2011 (LIMA e MENDONÇA FILHO 2009; ABCC, 2013). Essa falta de planejamento resultou no desmatamento irregular dos manguezais, restando cerca de 25.107 ha de manguezal, divididos em 16 dos 75 municípios (SOUZA et al., 2016).

Importante destacar que não apenas a atividade de carcinicultura, mas a produção de Sal foi também responsável por esse processo, tendo sido convertidas diversas salinas, quando de sua decadência, em novas áreas de viveiros para cultivo do camarão (FONTES, 2003).

Conhecer o número e a distribuição espacial dos empreendimentos de carcinicultura ao longo do tempo no estado é fundamental para subsidiar tomadores de decisão quanto às políticas ambientais, sociais e econômicas voltadas à carcinicultura em Sergipe. Desse modo, considerando que a atividade se desenvolveu por décadas sem qualquer controle efetivo através da legislação, é fundamental o conhecimento das áreas produtoras de camarão e da sua distribuição ao longo do estado.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi mapear as áreas de criação de camarão no litoral sergipano ao longo do tempo e analisar a sua distribuição espacial no estado de Sergipe, quantificando o número de tanques de viveiro e a sua área produtiva.

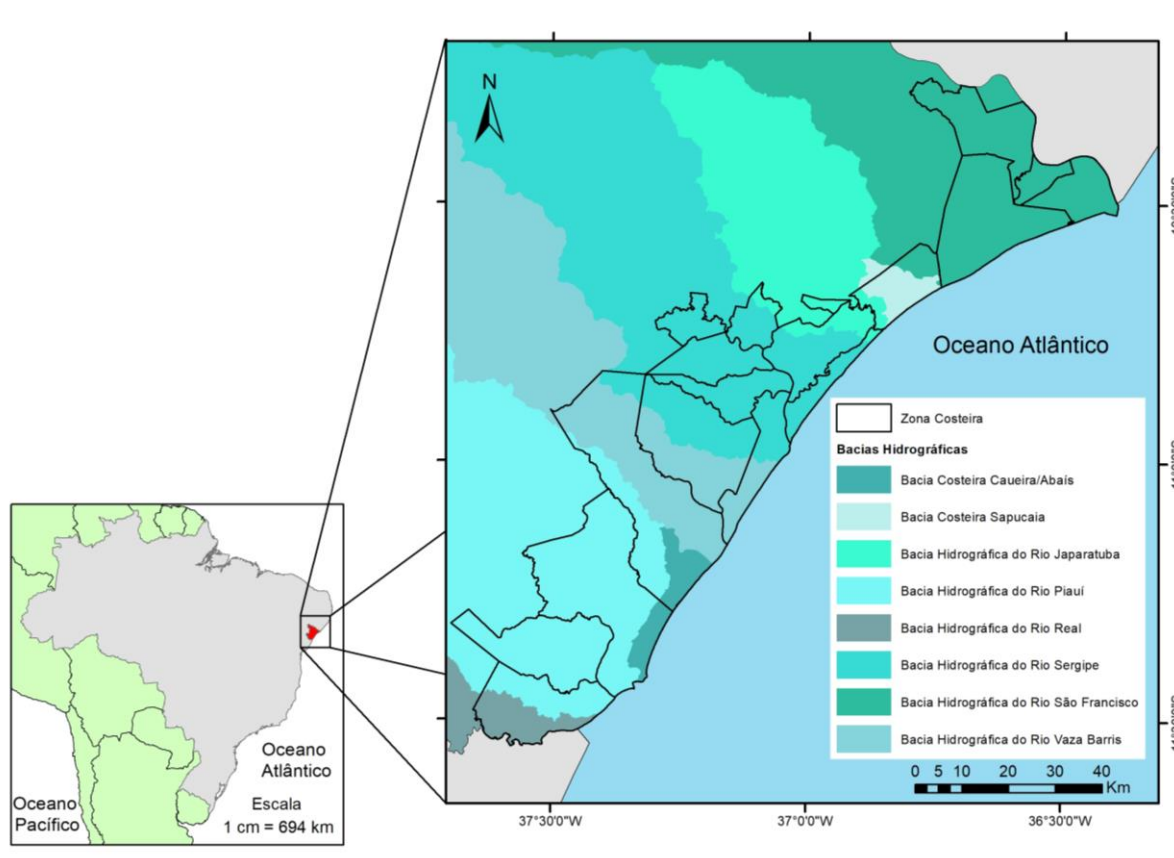
METODOLOGIA

Área de estudo

O estado de Sergipe localiza-se entre as latitudes 9° 31' S e 11° 33' S e os meridianos 36° 25' W e 38° 14' W, e seu território é dividido em 75 municípios e 8 bacias hidrográficas (Figura 4). Seu litoral possui cerca de 163 km de extensão, limitado à norte pelo estuário do rio São Francisco e a Sul pelo dos rios Piauí e Real, e inclui 18 municípios onde se concentra a maior parte da atividade de carcinicultura praticada no

estado, que são, em sua maioria, localizadas em área de influência dos estuários dos rios São Francisco, Japarutuba, Sergipe, Vaza Barris e Piauí/Real.

Figura 4 - Localização da área de estudo, com a delimitação das bacias hidrográficas e zona costeira do estado de Sergipe.



Fonte - Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe. Organização: Os autores (2019).

A zona costeira do estado de Sergipe tem como predominante o bioma Mata Atlântica por toda a extensão litorânea, dividido em duas categorias climáticas, uma região tropical subúmida com precipitação média anual aproximada de 1.000 e litoral úmido com precipitações médias acima de 1.355 mm, e temperaturas médias variando entre aproximadamente 22° e 27° (ARAGÃO et al., 2013).

Obtenção e análise dos dados

Para este trabalho foram utilizados o mapeamento de tanques de aquicultura, realizados pela Secretaria de Estado do Planejamento de Sergipe no ano de 2004 (SEPLAN, 2008) e da Administração Estadual do Meio Ambiente no ano de 2013. Esse último foi elaborado a partir de imagens de satélite Rapideye tomadas entre janeiro e maio de 2013, e não publicadas para consulta. Não foi incluído o município de Rosário do Catete por não terem sido identificados nesse levantamento viveiros de camarão ao longo de seu território.

Os dados desses mapeamentos foram atualizados com a utilização de imagens de alta resolução do Google Earth, obtidas com o software Elshayal Smart, georreferenciadas e ortoretificadas a partir de pontos de controle, referentes ao ano de 2016. O mapeamento foi realizado por meio de classificação visual, tendo sido gerado um shape com todos os viveiros de criação de camarão. Para confirmação do uso dos viveiros, foram realizadas inspeções em campo por amostragem para complementar as informações obtidas junto às instituições.

Ainda para análise do histórico da expansão da atividade, foram utilizados dados bibliográficos de publicações científicas e da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) para os anos de 2004, 2007, 2013 e 2016, acerca da área cultivada (ABCC, 2013; CARVALHO e FONTES, 2007). Foram gerados mapas temáticos utilizando a densidade de Kernel para espacializar a produção ao longo dos anos de 2004, 2013 e 2016, não tendo sido aplicado ao ano de 2007 em virtude da indisponibilidade dos arquivos gerados no mapeamento. Os dados de densidade foram então convertidos em percentual de uso do solo por quilômetro quadrado para melhor compreensão das informações. Para todos os procedimentos e análises geoespaciais foram utilizados os softwares ArcGIS 10.3®, do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, exceto para o georreferenciamento das imagens que utilizou o REGEEMY, software livre que permite o registro e construção de mosaico desenvolvido pelo INPE e Universidade da Califórnia.

Analisaram-se também as características da construção dos viveiros e área total cultivada por ano, sendo ainda avaliada a área produtiva por bacia hidrográfica e por município. Para avaliar sua distribuição no litoral, verificaram-se o grau de agrupamento e a distância média entre os tanques com a medida de vizinho médio mais próximo (Mean Nearest Neighbour), que calcula um índice de proximidade entre o alvo e as feições vizinhas a partir da relação entre a distância média observada e a distância média esperada entre as feições, metodologia utilizada em análise da paisagem como medida de aleatoriedade na distribuição de feições em um território, aplicada em diversos ramos do conhecimento (FAYAZ e BHAT, 2016). A seguir, foi traçado a partir de cada viveiro um buffer de 100 metros com a função Dissolve, com o objetivo de verificar a formação de possíveis aglomerados de viveiros.

Por último, utilizou-se o shape de aglomerados subnormais para definição de uma área de dois quilômetros de buffer, para identificação de viveiros que se encontrassem em suas proximidades. Esse procedimento visou a verificar a relação entre a prática da atividade e a ocupação urbana por populações de baixa renda em áreas contíguas aos manguezais, como alternativa de renda familiar.

Para a caracterização dos tanques, foi realizado o cálculo de área dos mesmos. Com base em sua área os tanques foram categorizados em três grupos através de um algoritmo k-means que agrega as informações em n clusters segundo a proximidade dos valores com o valor da média de cada cluster. Para os fins deste trabalho, foram utilizadas três categorias de tamanho, Pequenos, Médios e Grandes. Os tanques foram também classificados quanto ao seu tamanho conforme o que estabelece a legislação, com o objetivo de comparação dos padrões de tamanho. Essa dupla classificação visa a demonstrar se as categorias de tamanho observadas na legislação estadual refletem de maneira adequada o espectro de dimensões de empreendimentos encontrados através da aplicação de análise estatística dos empreendimentos efetivamente implantados.

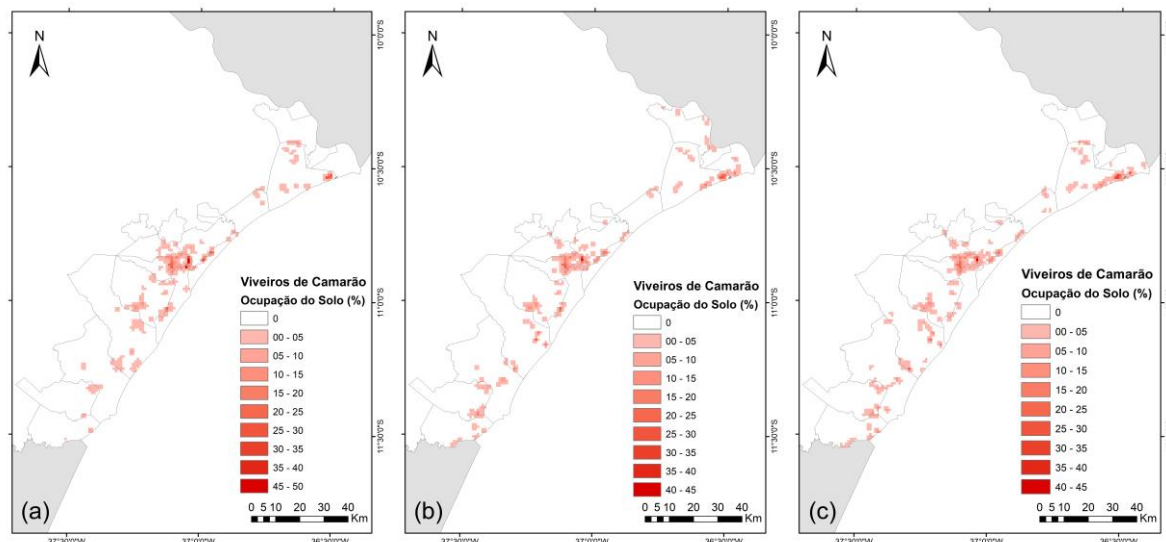
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à distribuição espacial dos viveiros, observa-se um elevado grau de agrupamento dos mesmos. A análise de vizinho médio mais próximo para todo o litoral apresentou uma distância média entre os viveiros de 97 metros, enquanto a distância esperada para a área de estudo foi de 761,26 metros. O p calculado foi menor que 0,000001, o que comprova que o agrupamento tem possibilidades menores que 1% de ser aleatório.

Observou-se que houve um aumento na área total (ha) da produção de camarão ao longo do período analisado. Constatou-se uma área produtiva de 1.354,66 ha e 1735 viveiros em 2004, 1.154 ha em 2007, 1.431,5 ha e 1817 viveiros em 2013, chegando no ano de 2016 a ter 1507,04 ha e 1951 viveiros. Nota-se ainda que a distribuição espacial da atividade ao longo do tempo se expandiu da região central para o

norte e sul do litoral, porém a porção central continuou contendo o maior foco dos criadouros, tendo a maior área destinada à carcinicultura (Figura 5).

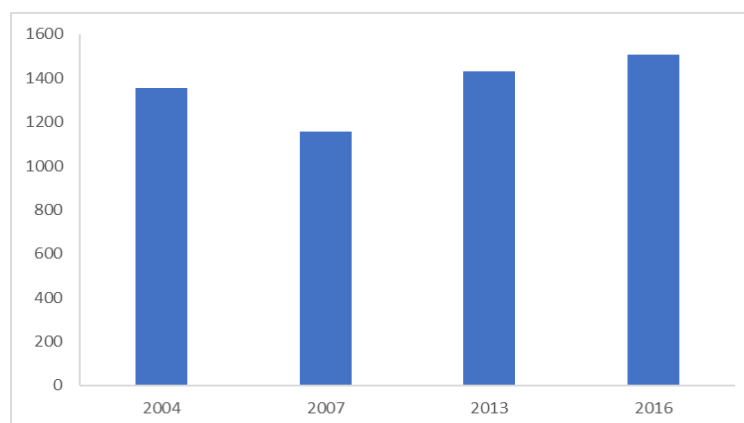
Figura 5 - Percentual do solo ocupado por viveiros por quilômetro quadrado em Sergipe nos anos de (a) 2004; (b) 2013; (c) 2016.



Fonte - os autores (2019).

Entre os anos de 2004 e 2007, verificou-se um decréscimo de 14,76% na área ocupada por viveiros, uma taxa anual de -5,2% ao ano (Figura 6), enquanto o restante da América do Sul observou um crescimento da produção de crustáceos de 7,6% ao ano para esta década (WURMANN, 2017).

Figura 6 - Área (ha) ocupada por viveiros de Carcinicultura em Sergipe para os anos de 2004, 2007, 2013 e 2016.



Fonte - os autores (2019).

Entre os anos de 2007 e 2013, por sua vez, o crescimento da área produtiva foi de 24,04%, cerca de 3,66% ao ano, apresentando uma nova tendência de expansão da atividade, mas ainda inferior às taxas anteriormente citadas para a América do Sul (WURMANN, 2017). De acordo com esses dados, é possível constatar que, após um período de acelerada queda da produção, entre os anos de 2004 e 2007, esse processo se reverteu impulsionando um aumento da produtividade, ao contrário do restante do mundo que observou um decréscimo do crescimento da atividade. A produção de crustáceos em cativeiro

em todo o mundo apresentou taxas anuais de crescimento de 3,5% nos anos 70, 23,5% na década de 80, reduzindo esta taxa para 8,1% na década de 90 (TACON, 2003).

Entre os anos de 2013 e 2016 observou-se que a área destinada à prática da carcinicultura sofreu nova expansão de 5,27%, indicando um crescimento médio anual de 1,72%. Esse período de expansão coincidiu com a ação dos órgãos fiscalizadores, IBAMA e ADEMA, que, motivados por processo dos Ministérios Públicos Estadual e Federal, lançaram embargos aos empreendimentos de carcinicultura irregulares quanto ao licenciamento. Assim, verifica-se que a pressão pela regularização foi acompanhada pela expansão da atividade, ao contrário do que seria esperado, visto que o processo de regularização evoca custos em termos de estudos e taxas pagas aos órgãos públicos, aumentando os custos para o produtor.

Apesar disso, nota-se que, mesmo sendo uma forte atividade ao longo do território do estado, o setor público estadual responsável ainda não tem um ordenamento da distribuição dos viveiros, classificando, por exemplo, as áreas com maiores potenciais para um nível ótimo de produção a partir de áreas mais favoráveis à sua implantação, bem como no tocante a minimizar impactos ambientais.

A adoção de ferramentas mais sofisticadas, que observem as diversas variáveis relevantes para o bom desempenho da atividade como características solo, água, infraestrutura, fatores de risco ambientais, dentre outros, de maneira integrada para auxiliar os tomadores de decisão nesse processo, é passo fundamental para a evolução e sustentabilidade da carcinicultura no litoral sergipano (MAHALAKSHMI; GANESAN; VENKATASUBRAMANIAN, 2012).

Até a conclusão deste estudo, os órgãos públicos sergipanos sequer utilizam-se de ferramentas geoespaciais para auxiliar nas tomadas de decisões no planejamento de uso das zonas costeiras, medida essa importante para o monitoramento espacial e produtivo da carcinicultura (FREITAS et al., 2015).

Após a aplicação da função de agrupamento, os tanques foram divididos da seguinte forma: Pequenos, abrangendo os viveiros com área até 1,3627 ha; Médios, entre 1,3628 e 4,2128 ha e Grandes, acima de 4,2128 ha. A maioria dos tanques mapeados é de pequenas proporções (Tabela 1), que respondem por um cerca de 49% da área ocupada, já os tanques de tamanho médio correspondem a 33%, e os tanques grandes 18%.

Tabela 1 - Caracterização das categorias de tanques.

Tamanho	F	Área média (ha)	σ da Área (ha)	Área Total (ha)	Área Relativa
Pequenos	1949	0,4231	0,3127	824,71	48,59
Médios	242	2,3054	0,7340	557,90	32,87
Grandes	51	6,1717	2,3268	314,75	18,54

Fonte - os autores (2019).

Dentre os municípios sergipanos, o que apresenta maior área de cultivo de camarão, bem como maior número de viveiros, é o município de Nossa Senhora do Socorro, com uma área de 434,94 hectares de viveiros, divididos em 825 tanques. Pacatuba, por sua vez, apresentou 270 hectares de área utilizada para a carcinicultura, e 220 viveiros. Ainda acerca do município de Nossa Senhora do Socorro, essa atividade

ocupa cerca de 2,8% do solo do município (Tabela 2), movimentando, no ano de 2015, um montante de 4,692 Milhões de reais, segundo dados do IBGE, aproximadamente 22% do valor da produção do estado (IBGE, 2017).

Tabela 2 - Número de Viveiros, área e percentual do território dedicado à carcinicultura por município no ano de 2016.

Município	Viveiros				Área total (ha)	Uso do Solo (%)
	P	M	G	Total		
Aracaju	95	6	1	102	60,66	0,33
Barra dos Coqueiros	23	11	2	36	55,14	0,62
Brejo Grande	24	18	1	43	64,8	0,44
Estância	19	17	0	36	46,89	0,07
General Maynard	12	1	0	13	4,46	0,23
Indiaroba	38	20	1	59	66,68	0,21
Itaporanga D'Ájuda	26	48	0	74	158,17	0,21
Laranjeiras	20	0	0	20	9,28	0,06
Maruim	4	0	0	4	1,37	0,01
Neópolis	33	8	0	41	24,91	0,10
Nossa Senhora do Socorro	784	23	18	825	434,94	2,81
Pacatuba	156	44	20	220	270,23	0,73
Pirambu	88	0	0	88	12,01	0,05
Riachuelo	3	1	0	4	3,67	0,05
Santa Luzia do Itanhhy	73	18	0	91	70,1	0,22
Santo Amaro das Brotas	32	19	4	55	91,41	0,39
São Cristóvão	227	13	0	240	132,32	0,30

Fonte - os autores (2019).

Quanto à distribuição espacial dos viveiros, observa-se um elevado grau de agrupamento dos mesmos. A análise de vizinho mais próximo médio para todo o litoral sergipano apresentou uma distância média entre os viveiros de 97 metros, enquanto a distância esperada para a área de estudo foi de 761,26 metros, e uma razão de vizinho mais próximo de 0,1247. O p calculado foi menor que 0,001, o que comprova que o agrupamento tem possibilidades menores que 1% de ser aleatório.

Considerando o grau de significância do resultado, e considerando a área total para a qual a análise foi realizada, de 45.225,76 km², fica demonstrado que toda a atividade de carcinicultura litorânea encontra-se agrupada em poucas regiões, mais especificamente, as regiões estuarinas dos principais rios do estado. Após a aplicação dos Buffers, verificou-se que os 1951 viveiros estão agrupados, na realidade, em 188 áreas produtivas. Essas áreas abrigam em média 10,37 +/- 1,9 viveiros, com uma área produtiva média de 8,01 +/- 1,27 hectares. A maior destas, localizada no município de Pacatuba, apresentou uma área produtiva de 134,67 hectares divididos em 54 viveiros, enquanto a segunda maior, localizada em Nossa Senhora do Socorro, é composta por 296 viveiros em uma área total de 122,62 hectares. Foram verificados apenas 40 viveiros isolados, sendo mais comuns a formação de clusters de 2 a 6 viveiros.

Esse uso intensivo dos estuários para a carcinicultura não é característica exclusiva do estado de Sergipe, sendo apontado como causa de redução dos ecossistemas costeiros nativos, especialmente manguezais, e como causa de diversos impactos ambientais, que variam desde surgimento de bactérias multirresistentes nos ambientes onde são lançados seus efluentes devido ao uso de antibióticos no manejo dos camarões, à eutrofização devido ao aporte de fósforo e nitrogênio contidos nesses mesmos

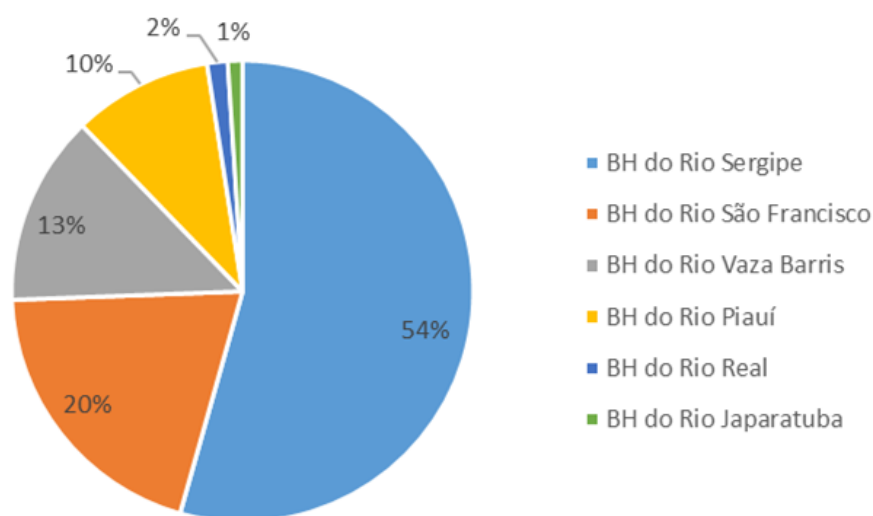
efluentes, impactando especialmente a fauna bentônica (HOPKINS et al., 1995; BHATTA e BHAT, 1998; HERNÁNDEZ-CORNEJO e RUIZ-LUNA, 2000; KON et al., 2009).

Esse cenário de adensamento chama atenção à necessidade de políticas especiais para o licenciamento da atividade, pois a carcinicultura traz atrelada a si uma série de impactos ambientais, como redução dos ecossistemas naturais para construção de viveiros, fato observado inclusive na realização deste mapeamento, eutrofização dos estuários pelo aumento do aporte de matéria orgânica contida nos efluentes lançados no processo de cultivo, introdução de espécies exóticas no ambiente, redução das populações de camarão nativas, contaminação dos habitats pelos produtos químicos utilizados no manejo da criação, dentre outros (DUKE et al., 2007; HOPKINS et al., 1995; MEIRELES et al., 2007). Essa questão deve ser levantada no estado de Sergipe, pois a atividade de carcinicultura acontece em municípios de grande quantitativo populacional, o que relaciona a toda problemática de expansão territorial e degradação ambiental.

Assim, pode-se inferir que o adensamento das áreas destinadas ao cultivo de camarão causa um efeito cumulativo e potencialmente sinérgico, considerando que essas descargas ocorrem em sistemas hídricos a jusante de outras atividades, como áreas de cultivos agrícolas e criação de animais, conhecidas por causar aporte de matéria orgânica e outros produtos químicos nos corpos d'água, o que eleva o potencial de impacto em uma escala local, posto que essas descargas podem exceder a capacidade de depuração do meio levando a um processo de degradação, principalmente das áreas de manguezais (COSTANZO et al., 2004; HERBECK et al., 2013).

A maior concentração de viveiros efetivamente implantados encontra-se na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, que responde por 54,23% de seu quantitativo (Figura 7), concentrando-se principalmente junto aos rios do Sal, Cotinguiba, e seus afluentes.

Figura 7 - Divisão de viveiros por Bacia Hidrográfica.



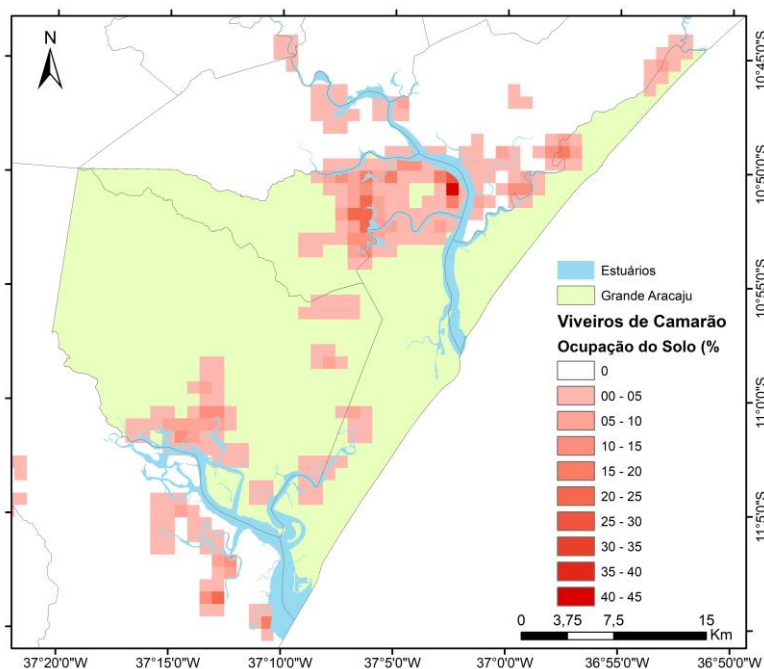
Fonte - os autores (2019).

O mesmo se repete no que diz respeito à área efetiva de criação, visto que essa Bacia hidrográfica responde por 43,23% da área total de viveiros de carcinicultura. Segue-se a ela a BH do Rio São Francisco, com 24,68% e BH do rio Vaza Barris com 15,27%. Um aspecto a ser observado nesse cenário é que as BH do rio Sergipe e do rio Vaza Barris ocupam uma porção substancial da região metropolitana de Aracaju, capital do estado, conhecida como Grande Aracaju, formada por quatro municípios, Aracaju, Barra dos Coqueiros, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro (MENEZES e VASCONCELOS, 2011).

Segundo o mapeamento de setores censitários, 21,6% da área dedicada à carcinicultura encontra-se em zona urbana, concentrada principalmente na região da Grande Aracaju (Figura 8), zona de expansão

urbana e de maior valorização do solo para ocupação. Esse fato chama atenção, pois se trata de atividade primária, em geral características de zonas rurais. Apesar disso, deve-se considerar que seu desenvolvimento ocorre principalmente em territórios não passíveis de ocupação. Silva e Schwingel (2019) observaram que a atividade turística exerceu forte pressão na vegetação e favorecendo a preservação dessas áreas, indicando, portanto, que o crescimento econômico pode ser garantido nessas áreas sem que haja a sua degradação.

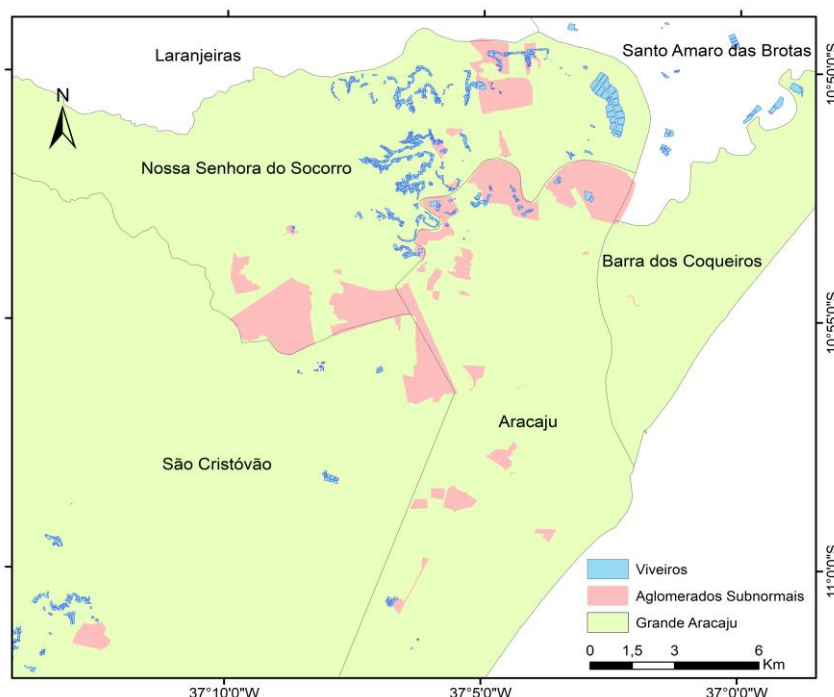
Figura 8 - Percentual de uso do solo por empreendimentos de carcinicultura na região da Grande Aracaju (SE) em 2016.



Fonte - os autores (2019).

Observou-se ainda que a carcinicultura, mais especificamente na região da Grande Aracaju, é praticada principalmente em aglomerados subnormais e seu entorno (Figura 9). Da área total onde se pratica a atividade na região, foram identificados 960 viveiros, com um total de 477,76 hectares no entorno das áreas de aglomerados subnormais. Essa condição foi exclusiva da região da Grande Aracaju, e ocorre principalmente no município de Nossa Senhora do Socorro.

Figura 9 - Localização dos viveiros com relação aos aglomerados subnormais de Sergipe.



Fonte - os autores (2019).

Outra questão a ser levantada é o fato dessa atividade ser comum como fonte complementar de recurso para populações com baixa renda, ou ainda como atividade principal para famílias que enfrentam dificuldades em se empregar no mercado formal, principalmente na região metropolitana da capital sergipana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu mapear e contabilizar o número de tanques e estimar a área de produção destinada à atividade de carcinicultura ao longo do litoral de Sergipe, mostrando a potencialidade da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na temática, servindo como uma ferramenta eficiente para o monitoramento e controle da expansão da atividade, tendo grande potencial na aplicação da gestão pública.

Houve um crescente aumento na quantidade de viveiros de camarão e na área produzida ao longo dos anos de 2004 a 2016, mostrando o contínuo avanço da atividade no território sergipano.

A região metropolitana de Aracaju tem grande participação na atividade produtiva de camarão, associada às áreas de aglomerados subnormais e seu entorno, tendo a concentração dos empreendimentos em um pequeno número de regiões que tem grande potencial de intensificar impactos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe exige especial atenção, em virtude de ser a região com maior concentração de empreendimentos de carcinicultura, merecendo um foco prioritário em possíveis ações governamentais voltadas à regulação, fiscalização e assistência técnica para melhoria das práticas adotadas pelos produtores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Administração Estadual de Meio Ambiente de Sergipe pelo fornecimento de parte dos dados utilizados neste trabalho, e a todos os produtores que colaboraram com nossa pesquisa. FLSC agradece ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de pós-doc (150827/2018-0).

REFERÊNCIAS

- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011**. Natal: Ministério da Pesca e Agricultura, 2013. 77 p.
- ABREU, M. C. S.; MATTOS, P.; LIMA, P. E. S.; PADULA, A. D. Shrimp farming in coastal Brazil: Reasons for market failure and sustainability challenges. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 9, p. 658-667, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.06.012>
- ARAGÃO, R.; SANTANA, G. R.; COSTA, C. E. F. F.; CRUZ, M. A.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 243-252, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300001>
- BERLANGA-ROBLES, C. A.; RUIZ-LUNA, A.; BOCCO, G.; VEKERDY, Z. Spatial analysis of the impact of shrimp culture on the coastal wetlands on the Northern coast of Sinaloa, Mexico. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 7, p. 535-543, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.04.004>
- BHATTA, R.; BHAT, M. Impacts of Aquaculture on the Management of Estuaries in India. **Environmental Conservation**, v. 25, n. 2, p. 109–121, jun. 1998. <https://doi.org/10.1017/S0376892998000162>
- CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A carcinicultura no espaço litorâneo Sergipano. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 1, p. 87-112, 2007.
- COSTANZO, S. D.; O'DONOHUE, M. J.; DENNISON, W. C. Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in north-east Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, n. 5, p. 514-525, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.09.006>
- DIANA, J. S. Aquaculture Production and Biodiversity Conservation. **BioScience**, v. 59, n. 1, p. 27-38, 2009. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.1.7>
- DUKE, N. C.; MEYNECKE, J. -O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; EWEL, K. C.; FIELD, C. D.; KOEDAM, N.; LEE, S. Y.; MARCHAND, C.; NORDHAUS, I.; DAHDOUH-GUEBAS, F. A World without mangroves? **Science**, v. 317, n. 5834, p. 41-42, 2007. <https://doi.org/10.1126/science.317.5834.41b>
- FAO. Fisheries Global Information System (FIGIS). 2021.
- FAYAZ, Z.N.S.; BHAT, M.S. A quantitative analysis of spatial organization of the urban centres in kashmir valley - a gis based study using primacy index, rank size rule and nearest neighbour index. **Journal of Experimental Sciences**, v. 7, p. 11-19, 2016. <https://doi.org/10.25081/jes.2016.v7.2992>
- FONTES, A. L. Aspectos morfológicos da planície estuarina do rio Sergipe(SE) In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas, 2003, Recife. Anais. Recife: ABEQUA, 2003. Disponível em:<http://www.abequa.org.br/trabalhos/sensoriamento_332.pdf>. Acesso em: 25/09/2021.
- FREITAS, R. R.; TAGLIANI, P. R. A.; POERSCH, L. H. S. Geoprocessamento aplicado na carcinicultura marinha em São José do Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 15, n. 2, p. 209-222, 2015. <https://doi.org/10.5894/rqci548>
- HERBECK, L. S.; UNGER, D.; WU, Y.; JENNERJAHN, T. C. Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. **Continental Shelf Research**, v. 57, p. 92-104, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.05.006>
- HERNÁNDEZ-CORNEJO, R.; RUIZ-LUNA, A. Development of Shrimp Farming in the Coastal Zone of Southern Sinaloa (Mexico): Operating Characteristics, Environmental Issues and Perspectives. **Ocean & Coastal Management**, v. 43, n. 7, p. 597–607, 1 jul. 2000. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(00\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(00)00049-1)
- HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; DEVOE, M. R.; HOLLAND, A. F.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. **Estuaries and Coasts**, v. 18, n. 1, p. 25-42, 1995. <https://doi.org/10.2307/1352281>
- IBAMA. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará**. [s.l.] Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0B19D3B1/DIAGDACARCINICULTURACEARA.pdf>. Acesso em: 13 abril de 2017.

IBGE, Diretoria de Pesquisas. Pesquisa Pecuária Municipal. **Produção aquícola no período de 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=31709&tipo=sobre>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=280480&idtema=159&search=sergipe|nossa-senhora-do-socorro|pecuaria-2015>>. Acesso em: 18 julho de 2017.

KON, K. et al. Effect of Shrimp Farming Organic Waste on Food Availability for Deposit Feeder Crabs in a Mangrove Estuary, Based on Stable Isotope Analysis. **Fisheries Science**, v. 75, n. 3, p. 715–722, 1 maio 2009. <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0060-x>

LIMA, J. S. G.; MENDONÇA FILHO, M. Sustentabilidade socioambiental na aquicultura. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 4, p. 4-5, 2009.

MAHALAKSHMI, P.; GANESAN, K.; VENKATASUBRAMANIAN, V. DMTIOLA: decision making tool for identification of optimal location for aquaculture farming development. **Aquaculture International**, v. 20, n. 5, p. 911–925, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10499-012-9516-6>

MEIRELES, A. J. A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROZ, L. S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator**, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2007.

MENEZES, C. R. C.; VASCONCELOS, J. F. O Estado de Sergipe: da urbanização à formação metropolitana. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 11, n. 121, p. 144-151, 2011.

PAUL, B. G.; VOGL, C. R. Impacts of shrimp farming in Bangladesh: Challenges and alternatives. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 3, p. 201-211, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.12.001>

QUEIROZ, L.; ROSSI, S.; MEIRELES, J.; COELHO, C. Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 73, p. 54-62, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009>

SEPLAN. **VEJA SERGIPE**: Visualizador da base cartográfica dos municípios litorâneos, 2008.

SERGIPE. **Resolução CEMA N° 50.00000**. 26 jul. 2013.

SILVA, D. D. P.; SCHWINGEL, P. R. Influência do turismo como fator estressor na evolução do uso e ocupação do solo em municípios da costa de Santa Catarina. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 19, n. 1, p. 17-25, 2019. <https://doi.org/10.5894/rgci-n195>

SOUZA, B. B.; MELO, J. D.; CORREA, M.; MOURA, A. O.; SANTOS, F. F.; GUIMARÃES, M. C.; BARROS NETO, H. M. C. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento e quantificação de áreas de manguezal no estado de Sergipe. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 57, p. 126-134, 2016. <https://doi.org/10.14393/RCG175708>

TACON, A. J. Aquaculture production trends analysis. **FAO Fisheries**, Circular n° 886, p. 5-29, 2003.

WURMANN, G. C. Regional review on status and trends in aquaculture development in Latin America and the Caribbean - 2015. **FAO Fisheries and Aquaculture**, Circular n° 1135/3, 49 p, 2017.

Recebido em: 17/10/2021

Aceito para publicação em: 10/11/2021