



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR
MESTRADO ACADÊMICO EM COGNIÇÃO, TECNOLOGIAS E INSTITUIÇÕES

LEONARDO DE FRANÇA ALMEIDA

**ATLAS DO CAMARÃO - UMA PLATAFORMA DE GEOINTELIGÊNCIA PARA
CARCINICULTURA NACIONAL**

MOSSORÓ-RN
2023

LEONARDO DE FRANÇA ALMEIDA

**ATLAS DO CAMARÃO - UMA PLATAFORMA DE GEOINTELIGÊNCIA PARA
CARCINICULTURA NACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Cognição, Tecnologias e Instituições da Universidade Federal Rural do Semi- Árido – UFERSA como requisito necessário para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Integração de Tecnologias na Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto

Co-Orientador: Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes.

MOSSORÓ-RN
2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A447a Almeida, Leonardo de França.
ATLAS DO CAMARÃO - UMA PLATAFORMA DE
GEOINTELIGÊNCIA PARA CARCINICULTURA NACIONAL /
Leonardo de França Almeida. - 2023.
61 f. : il.

Orientador: Francisco Milton Mendes Neto.
Coorientador: Rogério Taygra Vasconcelos
Fernandes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Cognição, Tecnologias e Instituições, 2023.

1. Aquicultura. 2. Produção de camarão. 3.
Desenvolvimento regional. 4. Sistema de
informações geográficas (SIG). 5. WebSIG. I. Neto,
Francisco Milton Mendes, orient. II. Fernandes,
Rogério Taygra Vasconcelos, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LEONARDO DE FRANÇA ALMEIDA

**ATLAS DO CAMARÃO - UMA PLATAFORMA DE GEOINTELIGÊNCIA PARA
CARCINICULTURA NACIONAL**

Trabalho de DISSERTAÇÃO apresentado à
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
SEMI-ÁRIDO – UFERSA, como requisito
para a obtenção do título de Mestre em
COGNIÇÃO, TECNOLOGIAS E
INSTITUIÇÕES.

Aprovada em: **23/03/2023**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto - UFERSA
Presidente

Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes - UFERSA
Coorientador

Prof. Dr. Bruno De Sousa Monteiro - UFERSA
Primeiro Membro

Prof. Dr. José Anízio Rocha de Araújo - UFERSA
Segundo Membro

Prof. Dr. Gabriel Antoine Louis Paillard – UFC
Terceiro Membro

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha mãe Maria de Fatima de França Almeida, que infelizmente não está mais entre nós. Ela foi minha maior inspiração e minha fonte de força e coragem ao longo da vida. Ela sempre me incentivou a buscar meus objetivos com perseverança e determinação, e me ensinou o valor da educação e do conhecimento. Se não fosse por ela, eu não estaria aqui hoje, realizando este sonho de concluir minha dissertação de mestrado. Sua memória será sempre uma fonte de motivação para mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela graça da vida e por ter me sustentado em todos os momentos.

Gostaria de expressar minha eterna gratidão aos meus familiares, em especial à minha mãe, Maria de Fátima de França Almeida (*in memoriam*), que sempre me incentivou a buscar meus objetivos com perseverança e determinação. Agradeço ao meu pai, Edmilson de Almeida, por todo o apoio emocional e financeiro que ele me deu ao longo dos anos. Também quero agradecer à minha irmã, Vanessa de França Almeida Gurgel, ao meu cunhado, Hellyson David Gurgel, e ao meu sobrinho, Pedro Guilherme, por sempre me apoiarem e incentivarem nesta jornada acadêmica.

Aos meus orientadores, Francisco Milton Mendes Neto e Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, expresso minha profunda gratidão pela sua orientação, conhecimento e apoio durante todo o processo de elaboração desta dissertação. Sem a orientação de vocês, eu não teria sido capaz de alcançar este marco em minha carreira acadêmica.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Cognição, Tecnologias e Instituições (PPGCTI), por ter me proporcionado uma experiência acadêmica enriquecedora e desafiadora.

Agradeço a todos os colaboradores, bolsistas e professores que contribuíram nos projetos: Rota do Pescado e SmartEye.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à CAPES pelo apoio financeiro para realização deste trabalho de pesquisa.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me ajudaram durante esta jornada acadêmica, de forma direta ou indireta a este projeto, muito obrigado!

RESUMO

A carcinicultura tem crescido significativamente no mundo e, especialmente, no Brasil, tornando-se uma importante atividade econômica e estratégica para o desenvolvimento regional. No entanto, a falta de dados atualizados e integrados dificulta a formulação de planos e ações para o fomento da atividade. Assim, o desenvolvimento de um portal com um sistema de informações geográficas (WebSIG) pode ser uma solução para integrar as diferentes bases de dados e disponibiliza-las de maneira georreferenciada, auxiliando na tomada de decisões e no controle da atividade. O WebSIG é uma ferramenta que tem evoluído rapidamente, permitindo a combinação de dados geográficos com tecnologias web para visualizar e analisar informações geográficas em um ambiente on-line. Experiências bem-sucedidas, como o projeto MapBiomass, demonstram o potencial do WebSIG para suporte na estruturação e fortalecimento de cadeias produtivas, incluindo a carcinicultura. Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um portal WebSIG para a caracterização da cadeia produtiva do camarão no Brasil, de maneira a subsidiar a formulação de políticas públicas por parte dos órgãos governamentais e a tomada de decisão por parte dos diferentes setores da iniciativa privada.

Palavras chaves: Aquicultura. Produção de camarão. Desenvolvimento regional. Sistema de informações geográficas (SIG). WebSIG.

ABSTRACT

Shrimp farming has grown significantly in the world and, especially, in Brazil, becoming an important economic and strategic activity for regional development. However, the lack of updated and integrated data makes it difficult to formulate plans and actions to promote the activity. Thus, the development of a portal with a geographic information system (WebSIG) can be a solution to integrate the different databases and make them available in a spatialized way, helping in decision making and activity control. WebGIS is a tool that has evolved rapidly, allowing the combination of geographic data with web technologies to visualize and analyze geographic information in an online environment. Successful experiences, such as the MapBiomass project, demonstrate the potential of WebSIG to support the structuring and strengthening of production chains, including shrimp farming. Therefore, the objective of this work is to develop a WebSIG portal for the characterization of the shrimp production chain in Brazil, in order to support the formulation of public policies by government agencies and decision-making by different sectors of the private sector.

Keywords: Aquaculture. Shrimp Production. Regional Development. Geographic Information System (GIS). Webgis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Mapa dos municípios brasileiros que produziram camarão entre os anos de 2013 e 2020.	19
FIGURA 2- Descrição do modelo de captação dos efeitos da carcinicultura a nível municipal.	22
FIGURA 3- Arquitetura de um SIG.	26
FIGURA 4- Esquema gráfico demonstrativo da metodologia de análise geoespacial adotada para o diagnóstico da carcinicultura nacional.	30
FIGURA 5- Arquitetura da plataforma Atlas do Camarão.	38
FIGURA 6- Mapeamento temático com a classificação das regiões com maior ou menor aptidão e estrutura para o desenvolvimento da carcinicultura em todo o território nacional.	41
FIGURA 7- Mapa temático do Brasil com seus respectivos pólos produtivos distribuídos ao longo dos estados produtores.	44
FIGURA 8- Mapa da aptidão na cadeia de insumo para carcinicultura do território brasileiro.	45
FIGURA 9- Mapa da aptidão da Infraestrutura para carcinicultura no território brasileiro.	46
FIGURA 10- Mapa da aptidão na cadeia de insumo para carcinicultura do território brasileiro.	48
FIGURA 11- Tela inicial da plataforma Atlas do Camarão.	50
FIGURA 12- Grupo de camadas Produção Municipal com a Produção Municipal do ano de 2013 Ativa.	51
FIGURA 13- Grupo de camadas Produção Municipal com a Produção Municipal do ano de 2013 Ativa, e com uma feição selecionada.	51
FIGURA 14- Grupo de camadas Infraestrutura com a camada de Indicador de infraestrutura energética habilitada.	52
FIGURA 15- Grupo de camadas Cadeia de Insumos com a camada Equipamentos para a aquicultura habilitada.	53
FIGURA 16- Camada de polos produtivos habilitada e seus principais pólos produtivos classificados por cores.	54
FIGURA 17- Polos produtivos separados por cores (Parte A), e informações de feições selecionadas (Parte B).	55
FIGURA 18- Fluxo de trabalho do portal.	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Divisão de produtores por categoria.	20
TABELA 2 - Critérios referente ao clima, relevo e uso do solo para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.	33
TABELA 3 - Critérios referente à Hidrografia para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.	34
TABELA 4 - Critérios referente às zonas restritas para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.	34
TABELA 5 - Critérios usados para construção do Indicador da Infraestrutura para a Carcinicultura.	36
TABELA 6 - Critérios usados para construção do Indicador da Cadeia de Insumo para Carcinicultura.	37
TABELA 7 - Distribuição de polos produtivos por estados e suas respectivas quantidades de municípios.	42
TABELA 8 - Média do Indicador de Infraestrutura Aquícola (IIA) e dos fatores que o compõem no Brasil.	47
TABELA 9 - Média do Indicador da Cadeia de Insumos (ICI) e dos fatores que o compõem no Brasil.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
BDiA	Banco de Informações Ambientais
BDGEx	Banco de Dados Geográficos do Exército
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> ou “Folhas de Estilo em Cascata”
GUI	Interface Gráfica de Usuário
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> ou "Linguagem de Marcação de Hipertexto
IAC	Indicador de Aptidão para Carcinicultura
IANC	Indicador de Aptidão Natural para Carcinicultura
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICI	Indicador da Cadeia de Insumo
IIC	Indicador de Infraestrutura para Carcinicultura
ISS	Impostos Sobre Serviços
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PGPAF	Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar
PNDR	Política Nacional de Desenvolvimento Regional
SGBDs	Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados
SGBDOR	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SQL	<i>Structured Query Language</i>
UI	Interfaces de Usuário
XML	<i>Extensible Mark-up Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMÁTICA	16
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO BRASIL	19
2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO	20
2.3 PRINCIPAIS DESAFIOS DA PRODUÇÃO	23
2.4 GEOPROCESSAMENTO	24
2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	25
2.5.1 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE BANCOS DE DADOS	27
2.5.2 Os SIGs BASEADOS NA PLATAFORMA WEB	27
2.6 TRABALHOS RELACIONADOS	28
3 METODOLOGIA	30
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	30
3.2 COLETA DE DADOS E ANÁLISE GEOESPACIAL	31
3.3 DEFINIÇÃO DOS POLOS PRODUTORES	32
3.4 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES	32
3.4.1 INDICADOR DE APTIDÃO NATURAL PARA CARCINICULTURA (IANC)	32
3.4.2 INDICADOR DE INFRAESTRUTURA PARA CARCINICULTURA (IIC)	35
3.4.3 INDICADOR DA CADEIA DE INSUMOS (ICI)	36
3.5 CONSTRUÇÃO DO PORTAL	37
3.5.1 A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVASCRIPT	38
3.5.2 O BANCO DE DADOS ESPACIAIS	39
3.5.3 A APLICAÇÃO SERVIDOR	39
3.5.4 A APLICAÇÃO CLIENTE	39
4 RESULTADOS	41

4.1 PLANOS DE INFORMAÇÕES	41
4.1.1 POLOS PRODUTIVOS	41
4.1.2 APTIDÃO NATURAL	44
4.1.3 INFRAESTRUTURA AQUÍCOLA	46
4.1.4 CADEIA DE INSUMOS	47
4.2 PORTAL ATLAS DO CAMARÃO	49
4.3 FLUXO DE TRABALHO DO SISTEMA	55
4.4 IMPLEMENTAÇÕES FUTURAS	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões marinhos (carcinicultura) é uma atividade econômica que vem crescendo em todo o mundo na última década. Entre os anos 2015 e 2019, a atividade teve um incremento de 36% (FAO, 2022), com a produção mundial se aproximando de 5 milhões de toneladas em 2021. A China é atualmente o maior produtor do mundo, com o correspondente a 29% da produção global (JACKSON, 2021).

O Brasil, que ocupa a posição de número 5 no ranking de países produtores de camarão cultivado, ultrapassou a importante marca de 63 mil toneladas produzidas em 2020, o que representa um aumento de mais de 14% em relação ao ano anterior, e um crescimento acumulado superior a 50% desde 2017, com destaque para a região nordeste que entre 2013 e 2020 respondeu por mais de 99% do volume produzido (IBGE - SIDRA, 2022).

Em razão da sua importância econômica e forte presença em regiões pouco desenvolvidas do país, o governo federal por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) indicou a carcinicultura como um potencial motor de crescimento socioeconômico e inclusão produtiva, incorporando a atividade no programa “Rotas de Integração Nacional”, que tem o objetivo de fortalecer cadeias produtivas estratégicas capazes de promover o desenvolvimento sustentável das regiões brasileiras priorizadas pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR (SEI/MDR, 2022).

Para que o objetivo do programa possa ser atendido, há a necessidade de uma base de dados organizada e atualizada que permita a caracterização da cadeia produtiva da carcinicultura nos diferentes polos produtivos do país. Todavia, o que se evidenciou para o setor foram conjuntos de dados desatualizados e dispersos em diferentes órgãos, tais como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) e associações de produtores, impossibilitando a formulação de planos e ações que fomentem a atividade.

Uma alternativa para solucionar o problema é o desenvolvimento de um portal que possibilite a integração das diferentes bases de dados na forma de indicadores de desenvolvimento da cadeia produtiva e os disponibilize de maneira especializadas, na forma de um Sistema de Informações Geográficas on-line (WEB-SIG).

A tecnologia de SIG para web (WebSIG) tem evoluído rapidamente e produzido uma área de pesquisa em crescente expansão. O WebSIG combina dados geográficos com tecnologias web, permitindo que os usuários visualizem e analisem informações geográficas em um ambiente on-line, fazendo desta uma importante ferramenta para auxiliar no controle e

tomada de decisões (GOÇMEN, 2016). Os elementos principais de um WebSIG incluem uma Interface Gráfica para o Usuário (GUI), um banco de dados geográfico que armazena os dados espaciais, ferramentas para análise espacial, como consultas e estatísticas, e um conjunto de camadas de informação que podem ser visualizadas sobre um mapa interativo (CAMARA et al., 2001; FANTIN, 2022). Atualmente, graças à crescente disponibilidade de dados espaciais e o aumento da capacidade de processamento e armazenamento, os WebSIGs estão se tornando cada vez mais importantes em muitas áreas, incluindo planejamento urbano, gestão ambiental, transporte, agricultura e muitas outras (ERBA; OLIVEIRA; JUNIOR, 2005).

Como exemplo de WEBSIG, temos a ferramenta MapBiomas, que se trata de um projeto colaborativo entre diferentes órgãos, fornecendo dados e informações sobre mudanças na cobertura e uso da terra no território Brasileiro. A plataforma permite que os usuários acessem dados de uso e cobertura do solo em diferentes categorias, dando a este o poder de comparar dados históricos e fazer análises/estudos. Esse projeto é uma referência em colaboração e compartilhamento de dados bastante importante para a tomada de decisões, principalmente em situações que envolvem questões ambientais (MAPBIOMAS, 2019).

Diante disso, tais experiências demonstram o potencial que essa ferramenta possui para suporte na estruturação e fortalecimento de cadeias produtivas, podendo ser perfeitamente aplicada na cadeia produtiva do camarão cultivado no Brasil, subsidiando a formulação de políticas públicas por parte dos órgãos governamentais e a tomada de decisão por parte dos diferentes setores da iniciativa privada.

1.1 PROBLEMÁTICA

Atualmente a cadeia produtiva de camarão não possui uma base de dados que auxilie os produtores e outros envolvidos no processo em suas tomadas de decisões, gerando algumas fraquezas para o setor que impedem o seu crescimento e a formulação de novas políticas públicas. Esse problema tende a gerar uma grande dispersão de informações/dados e obscuridade de algumas destas para os produtores/colaboradores da atividade.

Em vista disso, esta pesquisa busca responder a seguinte problemática: De que forma o uso de uma plataforma de dados geoespacial pode contribuir para a carcinicultura nacional e suas tomada de decisões, e quais os impactos que esta poderá trazer para o setor?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma plataforma web para integração, visualização e disponibilização de dados espaciais referentes à cadeia produtiva da carcinicultura nacional, de forma a subsidiar a formulação de políticas públicas para o fomento do desenvolvimento sustentável da cadeia do camarão no Brasil.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir uma base de dados especializada sobre os elementos que compõem a cadeia produtiva do camarão no território nacional;
- Identificar e localizar os principais polos produtivos de camarão no Brasil;
- Desenvolver indicadores espaciais que possibilitem a análise integrada da infraestrutura de apoio, cadeia de insumos, organização setorial e segurança jurídica e ambiental dos polos produtivos; e
- Desenvolver um sistema de informações geográficas em ambiente web de fácil visualização e interação com a base de dados gerada, para apoio à tomada de decisão e formulação de políticas públicas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A Carcinicultura é uma atividade de grande importância econômica, principalmente para os estados do nordeste. Esta pode ser usada como meio para o desenvolvimento de regiões pobres, mas é historicamente associada a impactos ambientais e sociais negativos. Esses impactos são decorrentes, principalmente, da falta de políticas públicas que definem os caminhos para o desenvolvimento sustentável da atividade.

As políticas públicas, por sua vez, só podem ser elaboradas a partir de dados e informações precisas e atualizadas sobre a cadeia produtiva do camarão, o que inexiste atualmente no Brasil, em que os dados sobre a atividade são coletados por diferentes órgãos públicos e entidades privadas, sem integração entre as informações.

Nesse sentido, uma plataforma que permita unir as diferentes bases de dados sobre os elos da cadeia produtiva da carcinicultura contribuirá para a melhor compreensão das fragilidades e potencialidades da atividade, possibilitando a definição estratégias, projetos e ações para promoção do desenvolvimento sustentável da atividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO DE CAMARÃO NO BRASIL

A produção de camarão no Brasil é uma atividade com enorme potencial econômico, que gera muitos empregos e renda em diversas regiões do país, sobretudo em zonas rurais e costeiras. Nesses locais, a atividade é favorecida pelas excelentes condições ambientais encontradas, tais como clima e disponibilidade de recursos hídricos, que tornam a prática do cultivo de camarão nessas regiões bastante viável e lucrativa (SANTOS, 2006).

Segundo os dados do censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ao todo, 241 cidades brasileiras se mostraram ativas com a produção de camarão durante o período de 2013 a 2020, com um total de 19 estados, contemplando as 5 regiões brasileiras (Figura 1) (IBGE, 2021).

Figura 1: Mapa dos municípios brasileiros que produziram camarão entre os anos de 2013 e 2020.



Fonte: Rota do pescado (2022)¹.

¹ Projeto de pesquisa em execução. Rota do Pescado: diagnóstico técnico participativo com proposição de tecnologias e políticas públicas para a carcinicultura nacional, 2022.

No Brasil, a região Nordeste é responsável por grande parte da produção nacional de camarão. Em 2015, foram produzidas 69.385 mil toneladas de camarão na região, gerando uma receita de R\$ 893.952 mil (NAKANISHI, 2018). Nessa região, os estados que lideram a produção de camarão marinho são o Rio Grande do Norte e o Ceará. Nesse mesmo ano, o Ceará se destacou na liderança da produção, com 40.718 mil toneladas, correspondendo a 58,3% da produção nacional, enquanto o Rio Grande do Norte, em segundo lugar, produziu 17.830 mil toneladas, o que equivale a 25,5% da produção nacional de camarão naquele ano (NAKANISHI, 2018; IBGE - SIDRA, 2022).

Em 2021, de acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), o Brasil teve um total de 120 mil toneladas de camarão produzidas. No entanto, apesar do potencial para a produção, o Brasil ainda possui uma baixa taxa de exportação de camarões, sendo que nesse período apenas 0,26% desse total produzido foram exportados, o que resultou em um faturamento de US\$ 1,51 milhão aproximadamente (ABCC, 2021).

Segundo o presidente da ABCC, o engenheiro de pesca Itamar de Paiva Rocha (1950), existe pelo menos 3,2 mil produtores de camarão no mercado brasileiro, sendo estes subdivididos em 3 categorias, incluindo: Micro e Pequeno; Médios e Grandes Produtores (Tabela 1) (SINIMBU, 2022).

Tabela 1: Divisão de produtores por categoria.

Categoria de Produtores	Porcentagem de produtores por categoria	Área de até/entre (Hectares)
Micro e Pequenos	75%	<10
Médios	20%	entre 11 e 50
Grandes	5%	>50

Fonte: Rota do pescado (2022).

2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CAMARÃO

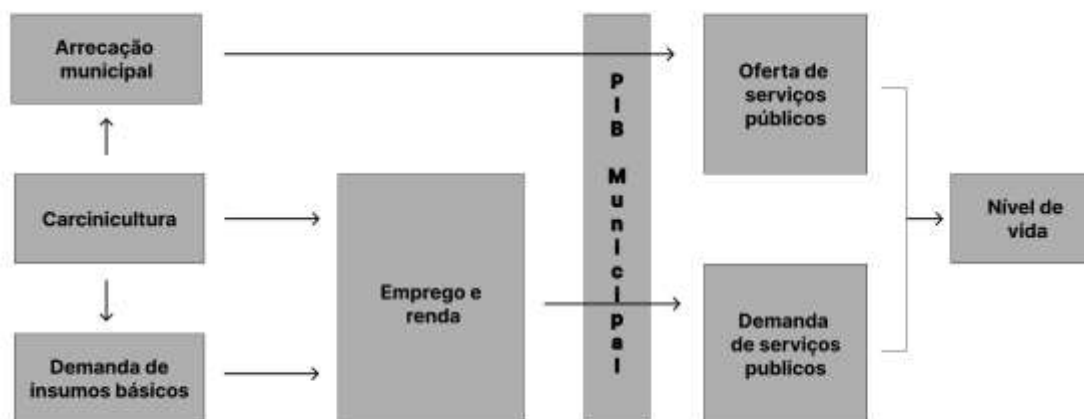
A exploração comercial de camarão no Brasil se expandiu celeremente e atualmente ocupa o quinto lugar no ranking global de produção, sendo superada somente pelo Vietnã, Índia, Tailândia, Equador e China (DIAS, 2021). Essa atividade desempenha um papel crucial na economia brasileira, especialmente nas áreas onde esta é mais avançada. Além de proporcionar emprego e renda para produtores, a cadeia produtiva do camarão emprega trabalhadores em

diversas etapas, desde o cultivo até a comercialização, impactando positivamente com a redução da pobreza em áreas rurais, gerando novas oportunidades de negócios e empregos permanentes (ROCHA, 2010; 2020). Ainda, de acordo com ROCHA (2020), a atividade se destaca pelo seu bom desempenho econômico e social, por sua vez, motivado pelo uso intensivo de mão de obra sem a necessidade de alta qualificação, além de apresentar contribuições tributárias significativas para a receita dos municípios onde é praticada.

Segundo Sampaio, Costa e Sampaio (2008), a carcinicultura tem um impacto significativo no nível de vida da população e renda municipal, podendo este acontecer de forma tanto direta como indireta. Diretamente, a atividade gera emprego e renda, além de gerar contribuições com impostos municipais, como alvarás e Impostos Sobre Serviços (ISS), e receber transferências estaduais e federais. Indiretamente, a atividade impacta fornecedores locais de insumos, processadores e comerciantes da produção gerada. O aumento da renda gerada, por sua vez, multiplica os efeitos diretos pelo consumo, estimulando o comércio local, que demanda produtos, emprega pessoas e paga impostos. Todos esses fatores contribuem para o aumento do PIB municipal, que propicia um aumento nos gastos do governo e integra uma nova cadeia de multiplicadores do emprego e da renda. Como resultado, a expansão da carcinicultura, tanto direta quanto indireta, impacta a demanda por serviços e bens essenciais, como habitação, saúde, educação e alimentação, enquanto estimula a ampliação da oferta de serviços, tanto públicos quanto privados.

A Figura 2 apresenta um conjunto de conexões causais que ligam a prática da carcinicultura com o nível de vida na cidade. É evidente que é necessário avaliar os impactos diretos e indiretos decorrentes desta atividade em nível municipal, levando em conta suas particularidades. Além disso, é fundamental compreender quais são os efeitos que permanecem no município quando se trata de impactos, principalmente aqueles de natureza indireta, uma vez que muitos desses efeitos tendem a se espalhar por outras cidades, especialmente aquelas que são importantes fornecedoras de recursos e agregadoras de valor na cadeia produtiva (SAMPAIO; COSTA; SAMPAIO, 2008).

Figura 2: Descrição do modelo de captação dos efeitos da carcinicultura a nível municipal.



Fonte: Sampaio, Costa e Sampaio (2008).

Além da importância na geração de emprego e receita, segundo Alves (2019), Reis et al. (2022) e Baldi e Lopes (2008), a produção de camarão também tem outros fatores socioeconômicos importantes, como, por exemplo, o fornecimento de alimento, desenvolvimento de tecnologia e estímulo ao turismo:

- **Fornecimento de alimento:** A produção de camarão pode ajudar a suprir a demanda por alimentos, especialmente em áreas onde a pesca é limitada, fornecendo uma nova opção de crustáceos para comercialização/consumo.
- **Desenvolvimento de tecnologia:** O cultivo de camarão é uma atividade que necessita de tecnologia avançada, como sistemas de filtragem e monitoramento da qualidade da água. No entanto, os benefícios gerados pela implementação dessas tecnologias vão além da própria produção de camarão e podem se estender a outras áreas da indústria de aquicultura, permitindo o aumento da produtividade e eficiência em outras culturas de peixes, possibilitando oportunidade para o avanço da aquicultura de forma geral.
- **Estímulo ao turismo:** O cultivo de camarão pode se tornar um atrativo turístico em determinadas regiões, principalmente quando aliada a estabelecimentos gastronômicos e atividades relacionadas à culinária típica local, gerando novas oportunidades de negócios, empregos e movimentando a economia da região.

2.3 PRINCIPAIS DESAFIOS DA PRODUÇÃO

A indústria do camarão enfrenta diversos desafios em nível global, incluindo questões relacionadas à biossegurança dos animais, obtenção de insumos, danos ambientais, mercado e demanda por altos investimentos. Deste modo, para garantir o sucesso da produção de camarão, é necessário enfrentar esses desafios de maneira eficiente (JORY, 2018).

O manejo sanitário é fundamental para garantir a saúde dos camarões e reduzir perdas significativas, mitigando o desencadeamento de possíveis doenças bacterianas, virais e fúngicas. Além disso, a qualidade da água é um fator chave, pois os camarões precisam de água limpa e de qualidade para crescerem e se desenvolverem adequadamente. Monitorar a qualidade da água é um desafio constante, uma vez que a água deve ser mantida em um equilíbrio delicado entre as variáveis condicionantes para que esta não venha a comprometer a saúde do animal (LEITÃO et al., 2011; JORY, 2018).

Além de questões envolvendo o manejo sanitário, outro desafio importante no cultivo de camarão é garantir uma nutrição adequada para os animais, promovendo o seu desenvolvimento. Os animais precisam de uma dieta equilibrada que atenda às suas necessidades nutricionais específicas (VIEIRA, 2019).

Nesse setor, a sustentabilidade da produção de camarão também é outro tema relevante, sendo que essa indústria é frequentemente criticada por seu impacto ambiental e social negativo. O cultivo do animal tende a gerar problemas para os ecossistemas costeiros locais, como a degradação do solo, perda da biodiversidade e prejuízo à qualidade da água. Por causa disso, o manejo de resíduos é essencial para reduzir o impacto ambiental, uma vez que a atividade pode gerar grandes quantidades de resíduos que não podem retornar para o meio ambiente sem um devido tratamento. Com isso, a produção sustentável exige esforços para minimizar esses impactos, proteger a biodiversidade e garantir condições justas de trabalho para os trabalhadores (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008; TANCREDO; NOBREGA; DIAS, 2011).

Com relação à competitividade, este setor é considerado altamente competitivo, o que requer uma maior atenção por parte dos seus produtores para que mantenham um padrão de qualidade elevado e rentável. Para isso, o uso de tecnologia constitui um fator preponderante, que auxilia as práticas de manejo e o tornam-se mais destacáveis (MATIAS et al., 2020).

Em 2022, o governo federal, por meio do Ministério do Desenvolvimento Regional, apontou a carcinicultura como uma atividade chave para o crescimento socioeconômico, motivo pelo qual esta foi incorporada ao programa “Rotas de Integração Nacional”, cujo principal

objetivo é fortalecer as cadeias produtoras de camarão e promover o desenvolvimento sustentável dessa atividade. No entanto, para que esse objetivo possa ser alcançado, é necessário a existência de uma base de dados organizada e atualizada periodicamente, que até então ainda não existe uma base sólida com essas informações. O que se evidenciou foi um conjunto de dados desatualizados e dispersos em diferentes organizações, como o IBAMA, Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), e associações de produtores, dificultando a elaboração de políticas públicas e planos de ações que fomentem a melhoria e o crescimento da atividade (SEI/MDR, 2022).

2.4 GEOPROCESSAMENTO

De acordo com Bolfe, Pereira e Madruga (2004), geoprocessamento consiste em um conjunto de técnicas e procedimentos metodológicos que, utilizando ferramentas computacionais, coletam, armazenam, analisam e exibem dados e informações de maneira georreferenciada. As informações apresentadas possuem uma referência espacial, ou seja, estão associadas a uma localização específica na superfície terrestre.

Carvalho e Débora (2009, p. 3643) definem geoprocessamento como:

“um conjunto de técnicas que permitem realizar análises espaciais, manipular e gerenciar informações georreferenciadas com uma agilidade e precisão que até antes de seu surgimento eram inimagináveis. Este conjunto de técnicas, por mais que esteja cada vez mais presente entre as ciências que lidam com dados espaciais, como geografia, geologia, engenharias, arquitetura e outras, ainda não faz efetivamente parte do sistema da gestão urbana municipal de muitas cidades”.

Através do geoprocessamento, é possível realizar uma série de estudos relacionados ao relevo, expansão urbana, uso e ocupação do solo etc. Esses estudos são baseados em dados coletados e organizados por instituições como o IBGE, ou outros bancos de dados disponíveis na internet. Essas informações, após coletadas/processadas, se aplicam em atividades como: cadastro territorial multifinalitário, análises ambientais, identificação de áreas com ocupações irregulares, distribuição de equipamentos urbanos, entre outras aplicações, auxiliando no planejamento e tomada de decisão. Além da análise, o geoprocessamento oferece ferramentas que permitem criar e visualizar essas informações de maneira eficiente e didática, através de mapas interativos em que os dados tratados são exibidos de forma especializada, e com aplicação interdisciplinar (JUNIOR; SILVEIRA; FERNANDES, 2020).

Dentre as ferramentas que dão suporte ao geoprocessamento, podemos citar: Sistemas de Informações Geográficas (SIGs); Base de dados geográficos; Análise espacial, entre outras

(SPRING, 2006). Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas computacionais que possibilitam a aquisição, armazenamento, manipulação, avaliação e exibição de informações espaciais, e possuem ampla aplicação em várias áreas, como urbanismo, preservação do meio ambiente, agricultura, engenharia, dentre outras (CAMARA et al., 2001). Geralmente, os SIG são utilizados em conjunto com bases de dados geográficos, que são locais de armazenamento e recuperação de informações espaciais (SPRING, 2006). A Análise Espacial é outra ferramenta relevante para o geoprocessamento, uma vez que utiliza métodos estatísticos e matemáticos para analisar os padrões e as relações espaciais entre os dados, permitindo a identificação de tendências e padrões, além de subsidiar a tomada de decisões com base em informações geográficas (DUCK et al., 2004).

2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) trata-se de um sistema computacional que trabalha com uma quantidade de informações de cunho geográfico e que para isso faz uso de um computador (*hardware*) e de programas específicos (*software*) que conseguem resolver problemas de quantificação de maneira rápida e eficaz. (FITZ, 2008).

Os SIGs são amplamente utilizados no planejamento urbano na parte de infraestrutura, planejamento de uso do solo e desenvolvimento econômico. Também servem como ferramenta no gerenciamento de recursos naturais, como florestas, solos, água e biodiversidade, permitindo a identificação de áreas críticas e priorização de ações de conservação (JUNIOR; SILVEIRA; FERNANDES, 2020).

A literatura apresenta diferentes definições para SIG, algumas são:

“sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente em um ambiente de respostas a problemas” (COWEN, 1988);

“qualquer conjunto de procedimentos, manual ou baseada em computador, usada para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados” (ARONOFF, 1989);

“Um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais” (SMITH et al., 1987);

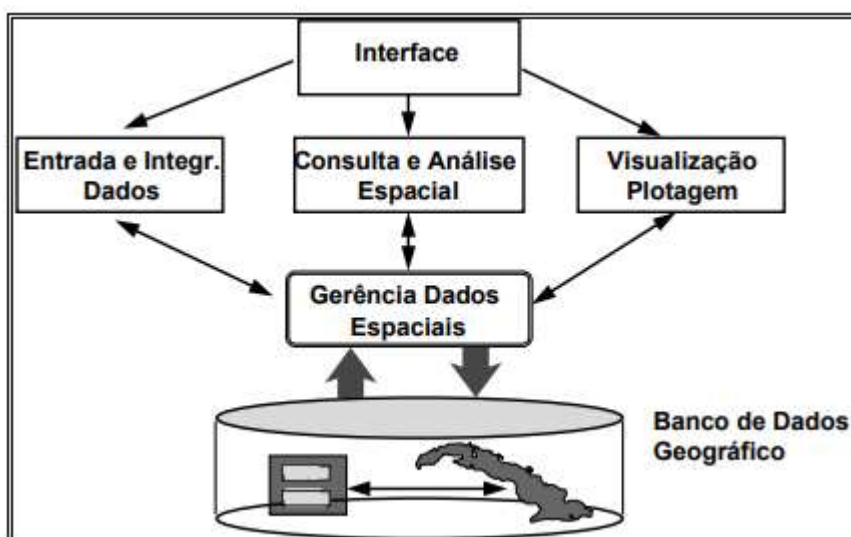
“Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (BURROUGH, 1986).

As definições supracitadas apresentam uma abordagem única sobre a tecnologia, refletindo a variedade de usos e perspectivas que ela oferece. Em conjunto, elas indicam a

importância de uma abordagem interdisciplinar para explorar todo o potencial dos SIG em diferentes campos de atuação.

Para Camara et al. (2001), um SIG é organizado em três níveis distintos, conforme ilustrado na Figura 3. O primeiro nível corresponde à camada mais próxima ao usuário, na qual este interage com o sistema, e é responsável pela interface homem-máquina, a qual é realizada por meio da Interface Gráfica de Usuário (GUI). O segundo nível abrange os mecanismos que processam dados espaciais e alfanuméricos. Já o terceiro nível constitui a parte da camada mais interna do sistema, responsável pelo gerenciamento dos dados armazenados, sendo nessa camada que o Sistema Gerenciador de Banco de Dados opera.

Figura 3: Arquitetura de um SIG.



Fonte: Camara et al. (2001).

Segundo Camara et al. (2001), por causa da sua vasta gama de aplicações, existem pelo menos três formas de utilizar um SIG, podendo ser:

1. Como instrumento para confecção de mapas;
2. Como apoio para análise espacial de fenômenos;
3. Como uma base de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

2.5.1 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE BANCOS DE DADOS

Os Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBDs) são componentes fundamentais de um SIG moderno e seu uso tem se disseminado mais amplamente desde que as pesquisas na área de Bancos de Dados passaram a dar suporte a aplicações não convencionais, como é o caso dos SIGs, que necessitam, para além dos dados tradicionais, possuir uma componente espacial (FERREIRA et al., 2005).

Nos SIGs são utilizados Bancos de Dados Geográficos que são aqueles capazes de armazenar dados que estão vinculados a um posicionamento espacial, que por sua vez é descrito em relação a um sistema de coordenadas geográficas conhecido. Este se difere de outros tipos de sistemas mais convencionais que apenas lidam com dados alfanuméricos (FITZ, 2008). Segundo o site Geo Sem fronteiras (2022), as informações nele contidas podem ser classificadas em duas categorias:

- **Dados gráficos:** Correspondem a pontos, linhas, polígonos, e outros recursos cartográficos, que façam representações visuais;
- **Dados não gráficos:** Correspondem a informações não visuais que descrevem atributos, relações e outras propriedades de elementos presentes no banco, como, por exemplo: nome e endereço de ruas; população de uma cidade; extensão etc.

De acordo com Bolfe et al. (2009), o banco de dados geográficos constitui uma das partes mais importantes do SIG, justamente por este ser o responsável pelo armazenamento das informações, que são sua principal fonte de consulta. Sua implementação envolve quatro etapas, são elas: captura dos dados; armazenamento e gerenciamento; processamento e análise; e apresentação dos dados.

Atualmente o Brasil conta com uma série de banco de dados geográficos, utilizados como suporte para o desenvolvimento agropecuário. Dentre eles, tem-se: Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx); IBGE; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), entre outros.

2.5.2 OS SIGS BASEADOS NA PLATAFORMA WEB

Os avanços nas tecnologias da web tiveram efeitos significativos na indústria de SIGs, incluindo a transição cada vez mais rápida para os SIGs baseados na web para melhorar a

acessibilidade, bem como a disponibilidade de grandes quantidades de informações geográficas que estão sendo cada vez mais compartilhadas abertamente na comunidade geoespacial (ROWLAND; FOLMER; BEEK, 2020).

Algumas das principais vantagens do uso generalizado de tecnologias da web são o potencial para maior interconectividade de organizações, pessoas e dispositivos inteligentes, bem como o acesso a grandes quantidades de dados que estão se tornando disponíveis através da internet (LANGLEY et al., 2021).

Embora os primeiros exemplos de Websig estivessem limitados a funcionalidades interativas simples, como zoom simples e seleções de camada, com o advento da web 2.0, onde o compartilhamento de informações e conteúdos gerados pelo usuário aumentou e continua a aumentar exponencialmente, impactando diretamente sobre as capacidades do Websigs (FU, 2020). Atualmente, os servidores Web utilizados nos SIGs podem interagir e integrar dados de fontes distribuídas e enviar dados para o aplicativo cliente em formatos que incluem HTML e imagens binárias, mas também XML (*Extensible Mark-up Language*) ou JSON (*JavaScript Object Notation*) (ROWLAND; FOLMER; BEEK, 2020).

2.6 TRABALHOS RELACIONADOS

De acordo com a temática abordada no presente trabalho, foi feito um apanhado de ferramentas, disponíveis no mercado atualmente, que trabalham com a disponibilização de dados espaciais na forma de WEBSIG.

Dentre as ferramentas encontradas podemos destacar:

- O SIGMA (Sistema de Informações Geográficas para o Monitoramento Ambiental) é uma plataforma do INPE que oferece diversas informações relacionadas ao monitoramento ambiental, incluindo dados sobre desmatamento, queimadas e monitoramento da qualidade do ar e da água. O site oferece diversas ferramentas para análise de dados geoespaciais, incluindo mapas interativos, gráficos e tabelas. O objetivo do SIGMA é fornecer informações precisas e atualizadas sobre o estado do meio ambiente, ajudando a identificar áreas de risco e a tomar decisões informadas para a proteção ambiental (SIGMA, 2023).
- Portal de dados PronaSolos é uma iniciativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que visa promover o uso sustentável do solo no Brasil. Esta oferece uma série de ferramentas e informações para ajudar os produtores rurais a tomar

decisões mais acertadas sobre a gestão do solo em suas propriedades. Entre as funcionalidades da plataforma, destacam-se: o acesso a dados sobre o potencial produtivo dos solos brasileiros, informações sobre práticas sustentáveis de manejo do solo, entre outras. As informações contidas no site são exibidas por meio de mapas interativos e tabelas. A plataforma é uma importante ferramenta para a promoção da sustentabilidade na produção agrícola brasileira, contribuindo para a conservação do solo e a melhoria da produtividade agrícola (PRONASOLOS, 2023).

- O BDIA (Banco de Informações Ambientais) é uma plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que disponibiliza dados e informações ambientais para o público aberto na web. Ele compila as bases de dados temáticas do IBGE sobre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação, que foram produzidas nas últimas duas décadas, e apresenta essas informações de forma interativa. O objetivo da plataforma é disponibilizar este conjunto de informações geoespaciais em diferentes escalas e temas, permitindo que os usuários conheçam melhor as características ambientais do território brasileiro (BDIA, 2023).

- O portal de informações da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) é uma plataforma on-line que apresenta informações atualizadas sobre a produção, oferta, demanda e preços de produtos agrícolas no Brasil. Através de ferramentas interativas, os usuários podem monitorar a evolução dos preços, visualizar informações sobre a produção agrícola em diferentes estados do Brasil e acompanhar as tendências do mercado. Além disso, o site apresenta informações sobre programas governamentais relacionados à agricultura, como o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). A plataforma é útil para agricultores, comerciantes, pesquisadores, jornalistas e outras pessoas interessadas em entender melhor o mercado agrícola brasileiro (CONAB, 2023).

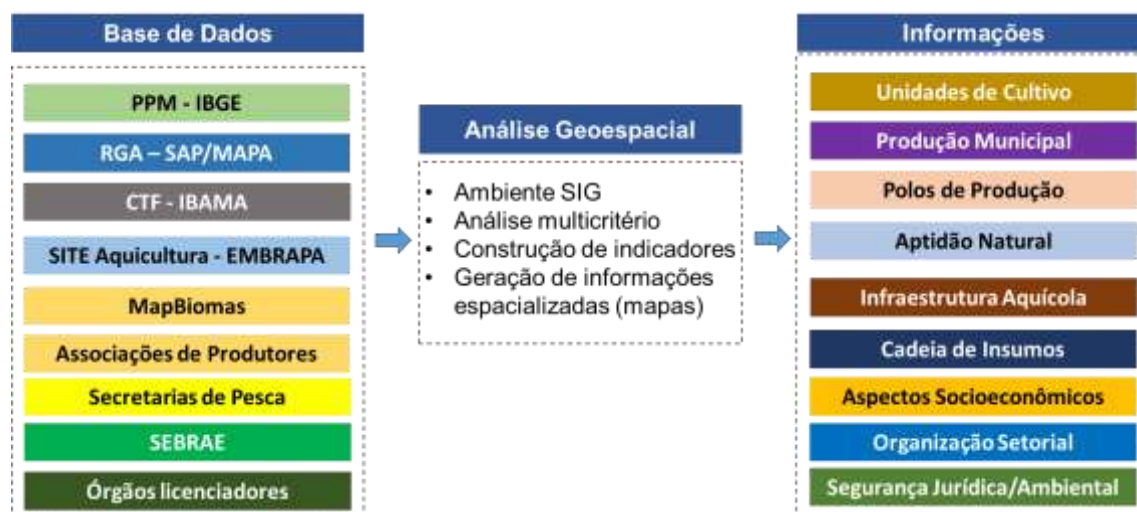
3 METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para realização do diagnóstico da carcinicultura brasileira optou-se por utilizar uma abordagem de análise geoespacial, que consistiu em representar e avaliar a cadeia produtiva do camarão cultivado a partir da distribuição geográfica dos diferentes elos e segmentos associadas a atividade, combinada com a análise das condições ambientais e de infraestrutura em todo o território nacional.

Diferentes fontes de dados quantitativos e qualitativos oriundos de bases oficiais do governo foram combinadas com informações coletadas pela equipe do projeto Rota do Pescado juntamente com associações e órgãos de fomento, gerando uma base de dados abrangente e integrada, a partir da qual foram produzidos os planos de informações para caracterização dos polos produtivos e demais elementos relevantes para compreensão dos desafios e oportunidades enfrentados pelo setor. A Figura 4 resume a metodologia adotada no diagnóstico.

Figura 4: Esquema gráfico demonstrativo da metodologia de análise geoespacial adotada para o diagnóstico da carcinicultura nacional.



Fonte: Rota do pescado (2022).

3.1.1 PROJETO ROTA DO PESCADO

O projeto Rota do Pescado é um projeto de pesquisa que foi desenvolvido por professores e bolsistas da UFERSA, com o objetivo de analisar e caracterizar a cadeia produtiva

da carcinicultura nacional, identificando suas potencialidades e fragilidades, e propor ações para o desenvolvimento sustentável da atividade.

O setor da carcinicultura tem ganhado crescente importância econômica nos últimos anos, mas até então neste ainda há uma escassez de dados e informações consolidadas sobre a caracterização dessa cadeia produtiva. Essa lacuna de informações dificulta a implementação efetiva de ações de fomento e o pleno conhecimento das potencialidades e desafios enfrentados pelo setor. Diante disso, o projeto busca preencher essa lacuna ao realizar um diagnóstico completo da cadeia produtiva da carcinicultura no Brasil, com ênfase na participação ativa dos principais atores envolvidos nas diversas etapas dessa atividade. Esse diagnóstico abrangente possibilita ao setor o mapeamento das suas forças, oportunidades, fraquezas e ameaças, fornecendo a este uma visão ampla e atualizada, além de fornecer um bom embasamento para a tomada de decisões estratégicas e o estabelecimento de ações mais assertivas que tendem a impulsionar o desenvolvimento sustentável do cultivo de camarão no país.

3.2 COLETA DE DADOS E ANÁLISE GEOESPACIAL

A primeira etapa desenvolvida no estudo foi a construção e integração da base de dados georreferenciadas referente a cadeia produtiva do camarão. Para isso, foram coletados dados em diferentes bases, tais como do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Sistema de Inteligência Territorial Estratégica para Aquicultura (SITE-Aquicultura) Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF/INCRA) MapBiomias e órgãos estaduais de licenciamento.

Além dos dados obtidos a partir das bases mencionadas, foram coletadas informações juntamente com as associações de produtores e entidades de apoio e fomento, como o serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e Banco do Nordeste do Brasil S.A (BNB), e realizados levantamentos de campo e por meio de sensoriamento remoto para identificação e caracterização das áreas produtoras.

Os dados das diferentes fontes foram previamente analisados para verificar a existência de eventuais inconsistências e, em seguida, foram integrados e consolidados em uma

base única, usando para isso um Sistema de Informações Geográficas (SIG). As etapas de análise de consistência e integração da base de dados foi realizada com auxílio do software livre QGIS versão 3.22.

3.3 DEFINIÇÃO DOS POLOS PRODUTORES

Para identificar e caracterizar os pólos produtores de camarão, foram usados os dados de produção municipal entre os anos de 2013 e 2021, usando como referência a Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE. Foram considerados, pelos produtores, o conjunto de um ou mais municípios pertencentes a uma mesma mesorregião cuja contribuição média para produção nacional foi maior ou igual a 0,5% durante o período considerado. As fazendas de carcinicultura foram georreferenciadas e sua distribuição foi analisada por meio de “mapas de calor” (densidade de Kernel) indicando as áreas como maior concentração de unidades produtivas. Adicionalmente, foram contabilizados os elementos referentes a infraestrutura e cadeia de insumos existentes em um raio de 300 km (vizinhança imediata) do polo produtor.

3.4 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES

Visando gerar o máximo de informações úteis para os atores da cadeia produtiva do camarão, além das informações quantitativas obtidas a partir das bases de dados especializada, optou-se por combinar os diferentes planos de informações em indicadores que possibilitassem uma interpretação rápida e eficiente da estruturação da cadeia. Nesse sentido, foram propostos 3 indicadores: Aptidão Natural, Infraestrutura, e Cadeia de Insumos.

3.4.1 INDICADOR DE APTIDÃO NATURAL PARA CARCINICULTURA (IANC)

O cultivo de camarões, assim como a grande maioria das atividades agropecuárias, depende das condições físicas do ambiente para que possa ser desenvolvido de maneira eficiente. Para avaliação da viabilidade técnica de projetos de fazendas de carcinicultura, em uma escala local, normalmente são considerados fatores como qualidade e quantidade da água, topografia do terreno, permeabilidade do solo e clima.

Em uma abordagem regional, por sua vez, em que o foco é a delimitação de áreas para implantação ou expansão de núcleos produtivos, macro fatores como condições climáticas, relevo, disponibilidade de recursos hídricos e uso do solo são os principais determinantes para a delimitação de áreas para implantação ou ampliação de polos produtivos.

Nesse sentido, o Indicador de Aptidão Natural para Carcinicultura (IANC) pode ser compreendido como um índice espacial que possibilita a análise e classificação de grandes áreas geográficas a fim de identificar, de maneira rápida e eficiente, os locais com maior ou menor potencial para o desenvolvimento da carcinicultura com base em suas características físicas, sendo estas:

- Clima;
- Relevo;
- Hidrografia;
- Uso do solo.

Para estimar o IANC, foram combinadas informações espaciais sobre a classificação climática no território nacional, os tipos de formações do relevo, a distribuição da rede hidrográfica e os tipos de uso do solo. Inicialmente, cada um desses fatores foi avaliado de forma individual, identificando e classificando as condições como mais ou menos favoráveis para o desenvolvimento da carcinicultura (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2: Critérios referente ao clima, relevo e uso do solo para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.

Indicador	Clima (IPEF, 2014)	Relevo (IBGE, 2021)	Uso do solo (Mapbiomas, 2021)
Muito Alta	Tropical com verão seco	Tabuleiros	Formação campestre, aquicultura e apicum.
Alta	Semiárido	Planícies	Pastagem, cana, arroz (beta), outras lavouras perenes, algodão (beta) e outras formações não florestal.
Média	-	Depressões	Citrus, café, mosaico de usos de lavouras temporárias e outras lavouras perenes.
Baixa	Outras zonas	Chapadas e	Formação florestal e savânica,

	tropicais e subtropical com verão quente	Patamares	silvicultura, campo alagado e afloramento rochoso
Muito Baixa	Outras zonas subtropicais	Planaltos e Serras	Mangue, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, mineração, rio, lago, oceano, área de restinga, praia, duna e areal.

Fonte: Rota do pescado (2022).

Tabela 3: Critérios referente à Hidrografia para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.

Indicador	Hidrografia (IBGE, 2021)
Excelente	100 m
Transição	100 - 3600 m
Inviável	< 100 m e >3600 m

Fonte: Rota do pescado (2022).

É necessário explicar os critérios empregados para definir o parâmetro Hidrografia. Sendo assim, abordaremos a Tabela 3 do seguinte modo: onde a distância espacial foi igual a 100 m até algum curso ou massa d'água, considerou-se excelente, assim, inseriu o valor 1 para representar esses pontos. Quando a distância foi superior a 3600 m ou inferior a 100 m, considerou-se inviável ou faixa marginal de Área de Preservação Permanente (APP), respectivamente. Nestes casos, os pixels foram representados com valor 0. Já entre essas distâncias, os valores variaram entre 1 e 0, sendo estes calculados e apresentados de forma automática pela ferramenta de software de geoprocessamento utilizada (QGIS), bastando apenas a especificação dos intervalos, que no caso foram os pixels estabelecidos 0 e 1.

Tabela 4: Critérios referente às zonas restritas para construção do Indicador da Aptidão Natural para Carcinicultura.

Zonas Restritas	Fonte
Dunas	BCIM (IBGE, 2016)

Mangues	BCIM (IBGE, 2016)
Zona Edificada	BC250 (IBGE, 2021)
Área de Restinga	MAPBIOMAS, 2021
Faixa marginal de curso e massa d'água	BC250 (IBGE, 2021), foram utilizadas as orientações do Código Florestal
Área de proteção Integral	BCIM (IBGE, 2016)

Fonte: Rota do pescado (2022).

3.4.2 INDICADOR DE INFRAESTRUTURA PARA CARCINICULTURA (IIC)

As atividades agropecuárias, de uma forma geral, dependem da logística do local que se encontra para ser desenvolvida de maneira eficiente. Nessa lógica, o Indicador da Infraestrutura para Carcinicultura (IIC) pode ser compreendido como um índice espacial que possibilita a análise e a classificação de grandes áreas geográficas a fim de identificar, de maneira rápida e eficiente, os locais com maior ou menor potencial para o desenvolvimento da carcinicultura com base em suas características de infraestrutura, sendo estas:

- Infraestrutura Viária;
- Infraestrutura Energética;
- Indústrias de Beneficiamento;
- Portos.

A existência de rodovias pavimentadas próximo às unidades produtoras de camarão é fundamental, visto que viabiliza o acesso dos mesmos à matéria prima, cadeia de insumos, indústrias de beneficiamento, funcionários da fazenda, produtos de sanidade e outros relacionados. Com relação aos outros fatores abordados no indicador de infraestrutura, energia elétrica é essencial, como em qualquer empreendimento produtivo. Indústrias de Beneficiamento, por ser um mercado de consumo direto, e os Portos possibilitam expandir mercados exteriores com preço melhor no transporte.

Para estimar o IAC, foram combinadas informações espaciais sobre a localização dos parâmetros que compõem os elementos da infraestrutura. Inicialmente, cada um desses fatores foi avaliado de forma individual, identificando e classificando as condições como mais ou menos favoráveis para o desenvolvimento da carcinicultura (Tabela 5).

Tabela 5: Critérios usados para construção do Indicador da Infraestrutura para a Carcinicultura.

Indicador	Infra. Viária	Infra. Energética	Indústria de Beneficiamento	Portos
Excelente	< 2 km	< 1 km	< 30 km	< 60 km
Transição	2 - 15 km	1 - 11 km	30 - 360 km	60 - 480 km
Inviável	> 15 km	> 11 km	> 360 km	> 480 km

Fonte: Rota do pescado (2022).

Tomando como exemplo as indústrias de beneficiamento, vamos explicar a Tabela 5 do seguinte modo: Onde a distância espacial foi menor do que 30 km, considerou-se excelente, assim, inseriu o valor 1 para representar essa área. Quando maior do que 360 km, é inviável, desse modo, colocou 0. Já entre essas distâncias, os valores variaram entre 1 e 0, sendo estes calculados e apresentados de forma automática pela ferramenta de software de geoprocessamento utilizada (QGIS), bastando apenas a especificação dos intervalos, que no caso foram os pixels estabelecidos 0 e 1. Para os demais critérios, foi aplicado a mesma analogia considerada no critério de indústria de beneficiamento, sendo os pixels estabelecidos de acordo com os valores de distâncias máxima e mínima especificadas.

Ainda sobre a Tabela 5, é importante mencionar que essas distâncias foram extraídas por estudos da análise espacial das fazendas de carcinicultura existentes e dos elementos que constituem o indicador da infraestrutura. Ademais, utilizou-se a experiência de especialistas na área.

3.4.3 INDICADOR DA CADEIA DE INSUMOS (ICI)

O Indicador da Cadeia de Insumo pode ser compreendido como um índice espacial que possibilita a análise e a classificação de grandes áreas geográficas a fim de identificar os locais com maior ou menor potencial para o desenvolvimento da carcinicultura com base em suas características de insumo e matéria prima, sendo estas:

- Laboratório de Larvas;
- Fábrica de Gelo;
- Fábrica de Ração;
- Produtos de Sanidade;
- Fábricas de Equipamentos.

Para estimar o ICI, foram combinadas informações espaciais sobre a localização dos parâmetros que compõem a cadeia de insumo. Inicialmente cada um desses fatores foi avaliado de forma individual, identificando e classificando as condições como mais ou menos favoráveis para o desenvolvimento da carcinicultura (Tabela 6).

Tabela 6: Critérios usados para construção do Indicador da Cadeia de Insumo para Carcinicultura.

Indicador	Lab. de Larvas	Fáb. de Gelo	Fáb. de Ração	Produtos Sanidade	Fáb. de Equipamento
Excelente	< 30 km	< 30 km	< 60 km	< 60 km	< 60 km
Transição	30 - 360 km	30 - 360 km	60 - 480 km	60 - 480 km	60 - 480 km
Inviável	> 360 km	> 360 km	> 480 km	> 480 km	> 480 km

Fonte: Rota do pescado (2022).

Tomando como exemplo os laboratórios de larvas, vamos explicar a tabela 6 do seguinte modo: onde a distância espacial foi menor do que 30 km até um desses laboratórios considerou-se excelente, assim, inseriu o valor 1 para representar essa área. Quando maior do que 360 km, é inviável, desse modo, colocou 0. Já entre essas distâncias, os valores variaram entre 1 e 0, sendo estes calculados e apresentados de forma automática pela ferramenta de software de geoprocessamento utilizada (QGIS), bastando apenas a especificação dos intervalos, que no caso foram os pixels estabelecidos 0 e 1. Para os demais critérios, foi aplicado a mesma analogia considerada no critério de indústria de beneficiamento, sendo os pixels estabelecidos de acordo com os valores de distâncias máxima e mínima especificadas.

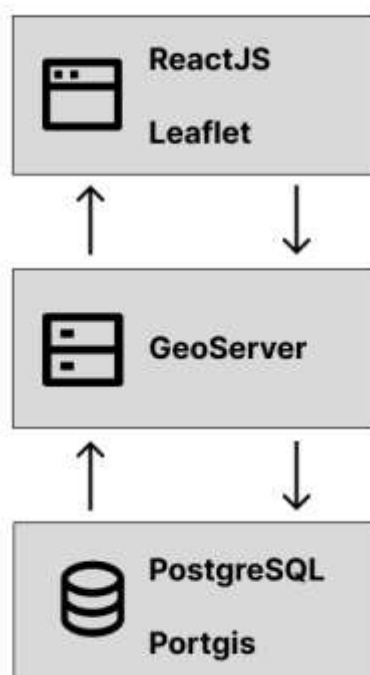
Ainda sobre a tabela 6, é importante mencionar que essas distâncias foram extraídas por estudos da análise espacial das fazendas de carcinicultura existentes e dos elementos que constituem o indicador da cadeia de insumo. Ademais, utilizou-se a experiência de especialistas na área.

3.5 CONSTRUÇÃO DO PORTAL

A arquitetura da plataforma Atlas do Camarão é apresentada na Figura 5. Esta foi dividida em três componentes, são eles: Aplicação Cliente, escrita em Javascript utilizando a

biblioteca de Reactjs em conjunto com a leaflet; Aplicação Servidor, foi utilizado o servidor de mapas GeoServer; e o Banco de Dados Espacial, escrito utilizando o SGBD PostgreSQL com adição da extensão espacial Postgis.

Figura 5: Arquitetura da plataforma Atlas do Camarão.



Fonte: Autoria Própria (2023).

3.5.1 A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO JAVASCRIPT

A linguagem de programação escolhida para implementação da plataforma foi o Javascript. Isso possibilitou que a codificação tanto da aplicação cliente (com Reactjs), quanto da aplicação servidor (com Nodejs) fossem realizadas com uma mesma linguagem, simplificando o desenvolvimento e a integração entre as diferentes partes do sistema, aumentando a eficiência e facilitando a manutenção futura.

O Javascript é uma linguagem interpretada, o que significa que o código fonte da linguagem é interpretado por um programa de computador chamado interpretador, e, em seguida, este é executado pelo sistema operacional. A linguagem tem objetos como funções de primeira classe, baseada em protótipos, multi-paradigma, suportando tanto programação orientada a objetos quanto programação funcional, com tipagem dinâmica (MOZILLA, 2022). O Javascript faz parte da tríade de tecnologias fundamentais do desenvolvimento web: HTML

para especificar o conteúdo de páginas web; CSS para especificar a apresentação dessas páginas; e javascript para especificar o comportamento delas (FLANAGAN, 2012).

3.5.2 O BANCO DE DADOS ESPACIAIS

O PostgreSQL é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBDOR), o que significa dizer que este é orientado a objetos e suporta objetos, classes e heranças diretamente nos esquemas do banco de dados. Baseado no banco de dados Postgres em sua versão 4.2, cujo desenvolvimento foi realizado no departamento de ciência da computação da Universidade da Califórnia, em Berkeley. Este SGBDOR suporta grande parte do padrão SQL e oferece muitas funcionalidades, além de poder ser estendido, adicionando, por exemplo, novos tipos de dados, funções, operadores, funções agregadas, métodos de indexação e linguagens procedurais (POSTGRESQL, 2023).

Para que o PostgreSQL pudesse armazenar dados espaciais, foi necessário a adição da extensão espacial Postgis. Essa extensão adiciona ao banco o suporte a consultas a objetos geográficos executadas através de *Structured Query Language* (SQL) (POSTGIS, 2023).

Para inserção das camadas vetoriais no Postgis, foi utilizado o QGIS. O QGIS é um SIG desktop de código aberto que pode ser instalado em diversos sistemas operacionais, como Linux, MacOS, Windows e Android e suporta diversos tipos de vetores, rasters e bases de dados (QGIS, 2023).

3.5.3 A APLICAÇÃO SERVIDOR

A aplicação servidor consiste de uma instância do Geoserver que possibilita a disponibilização das camadas na maioria dos formatos disponíveis para compartilhamento de dados espaciais. O Geoserver possui uma interface gráfica administrativa por meio da qual é possível gerenciar fontes de dados, como por exemplo um banco de dados, e publicar esses dados através de rotas específicas de de sua API (Interface de Programação de Aplicação) (GEOSERVER, 2023).

3.5.4 A APLICAÇÃO CLIENTE

A aplicação cliente foi desenvolvida em javascript utilizando a biblioteca de construção de Interfaces de Usuário (UI) Reactjs. Com essa biblioteca é possível criar interfaces interativas, através do uso de componentes que se combinam e formam desenhos de UIs para

cada estado da aplicação, e que são eficientemente atualizadas e renderizadas conforme os dados mudam (REACTJS, 2023).

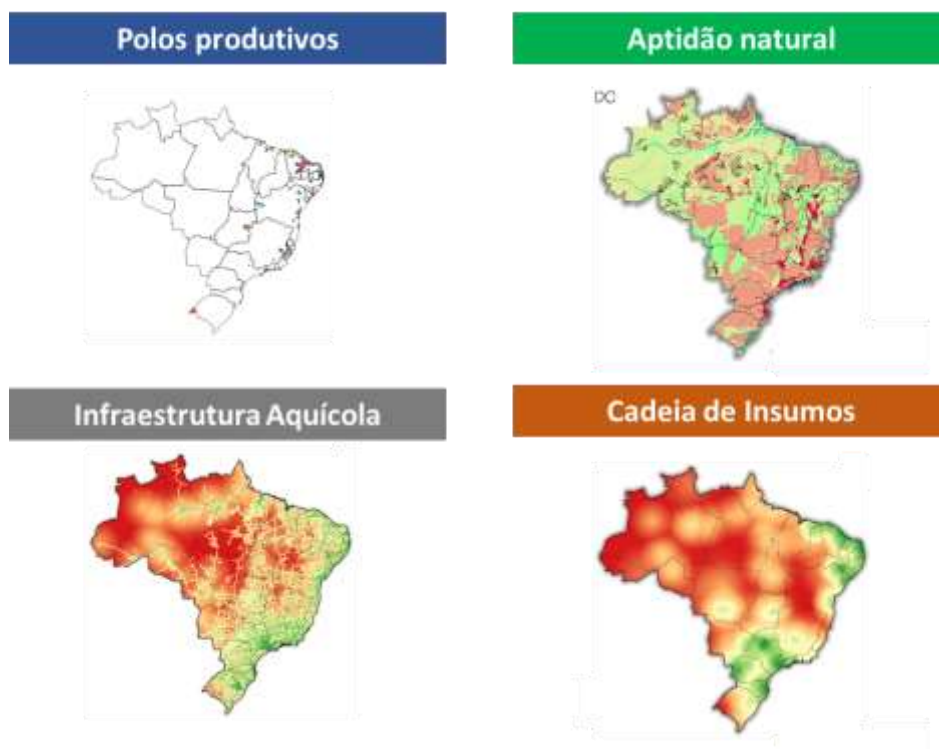
Para a visualização das camadas vetoriais na interface do usuário (UI), foi utilizada a biblioteca Leaflet. Leaflet é uma biblioteca de código aberto que oferece uma solução simples e eficiente para aplicações JavaScript do lado do cliente, permitindo a adição de mapas interativos em aplicativos da web. Essa biblioteca pode ser empregada para exibir mapas em diferentes formatos em um navegador ou cliente da Web, proporcionando interatividade ao usuário e a possibilidade de personalizar a experiência do mapa em seu aplicativo (LEAFLET, 2023).

4 RESULTADOS

4.1 PLANOS DE INFORMAÇÕES

Após a classificação individual dos fatores, os resultados foram processados e espacializados, obtendo-se como resultado o mapeamento temático com a classificação das regiões com maior ou menor aptidão e estrutura para o desenvolvimento da carcinicultura em todo o território nacional (Figura 6). A estilização e caracterizações dos dados foram realizados no software de geoprocessamento QGIS, sendo essas informações predefinidas salvas para uso e aplicação compor posteriormente a base de dados do WEBSIG.

Figura 6: Mapeamento temático com a classificação das regiões com maior ou menor aptidão e estrutura para o desenvolvimento da carcinicultura em todo o território nacional.



Fonte: Rota do pescado (2022).

4.1.1 POLOS PRODUTIVOS

Ao todo foram definidos 49 (quarenta e nove) pólos produtivos, distribuídos ao longo dos 19 estados produtores, cujo os critérios para a definição do polo foram os municípios presentes na mesma mesorregião, que tiveram produção entre os anos de 2013 e 2020. No geral,

foram contabilizadas 241 cidades que demonstraram atividade de produção de camarão no período especificado (Tabela 7).

Tabela 7: Distribuição de polos produtivos por estados e suas respectivas quantidades de municípios.

Estados e seus respectivos polos produtores	Contagem de municípios por estado e por polo
AL	13
Agreste Alagoano	5
Leste Alagoano	7
Sertão Alagoano	1
BA	14
Centro Sul Baiano	1
Extremo Oeste Baiano	1
Metropolitana de Salvador	5
Nordeste Baiano	3
Sul Baiano	4
CE	51
Centro-Sul Cearense	6
Jaguaribe	17
Metropolitana de Fortaleza	6
Noroeste Cearense	8
Norte Cearense	11
Sertões Cearenses	2
Sul Cearense	1
DF	1
Distrito Federal	1
ES	23
Central Espírito-santense	7
Litoral Norte Espírito-santense	4
Noroeste Espírito-santense	8
Sul Espírito-santense	4
GO	1
Leste Goiano	1
MA	5
Leste Maranhense	1
Norte Maranhense	3
Oeste Maranhense	1
MG	9

Vale do Rio Doce	6
Zona da Mata	3
PA	1
Nordeste Paraense	1
PB	44
Agreste Paraibano	19
Borborema	4
Mata Paraibana	19
Sertão Paraibano	2
PE	14
Agreste Pernambucano	2
Mata Pernambucana	4
Metropolitana de Recife	7
Sertão Pernambucano	1
PI	2
Norte Piauiense	2
PR	1
Metropolitana de Curitiba	1
RJ	3
Baixadas	1
Metropolitana do Rio de Janeiro	1
Noroeste Fluminense	1
RN	32
Agreste Potiguar	4
Central Potiguar	5
Leste Potiguar	17
Oeste Potiguar	6
RS	1
Sudoeste Rio-grandense	1
SC	7
Norte Catarinense	3
Sul Catarinense	4
SE	18
Leste Sergipano	18
SP	1
Piracicaba	1
Total de municípios	241

Fonte: Rota do pescado (2022).

Essa formação de aglomerados produtivos, por sua vez, estimulam a implantação de atividades que dão suporte a cadeia produtiva do camarão, sendo que, essa diferenciação

objetiva de áreas que compõem e não compõem os polos, é de extrema importância na hora da formulação de políticas públicas e direcionamento de esforços, tudo isso para que as ações ocorram de maneira condizentes com as necessidades de cada região (Figura 7).

Figura 7: Mapa temático do Brasil com seus respectivos pólos produtivos distribuídos ao longo dos estados produtores.

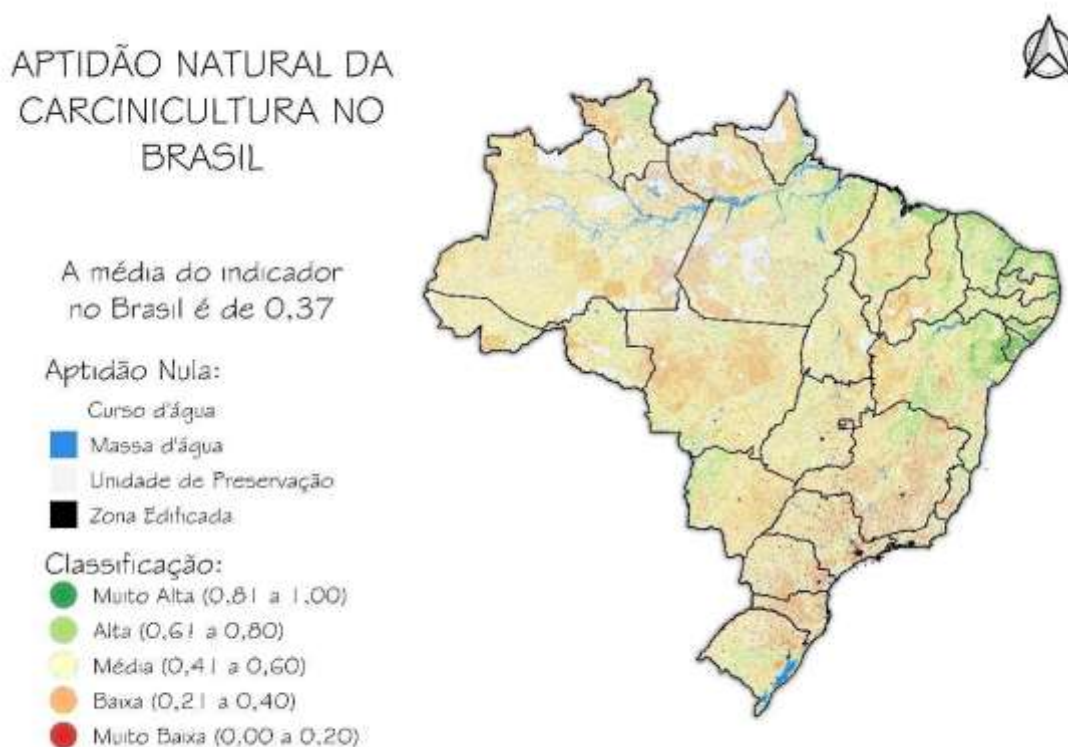


Fonte: Rota do pescado (2022).

4.1.2 APTIDÃO NATURAL

Depois de terem sido identificados e classificados individualmente os fatores relevantes, os resultados foram tratados de forma especializada e foi utilizada a técnica de álgebra de mapas para combiná-los. O resultado desse processo foi o mapeamento que classifica as diferentes regiões do país de acordo com a sua aptidão natural para a produção de camarões, destacando aquelas com maior ou menor potencial produtivo (Figura 8). Os valores são apresentados na forma de escala qualitativa, variando entre Aptidão Muito Baixa e Aptidão Muito Alta.

Figura 8: Mapa da aptidão na cadeia de insumo para carcinicultura do território brasileiro.



Fonte: Rota do pescado (2022).

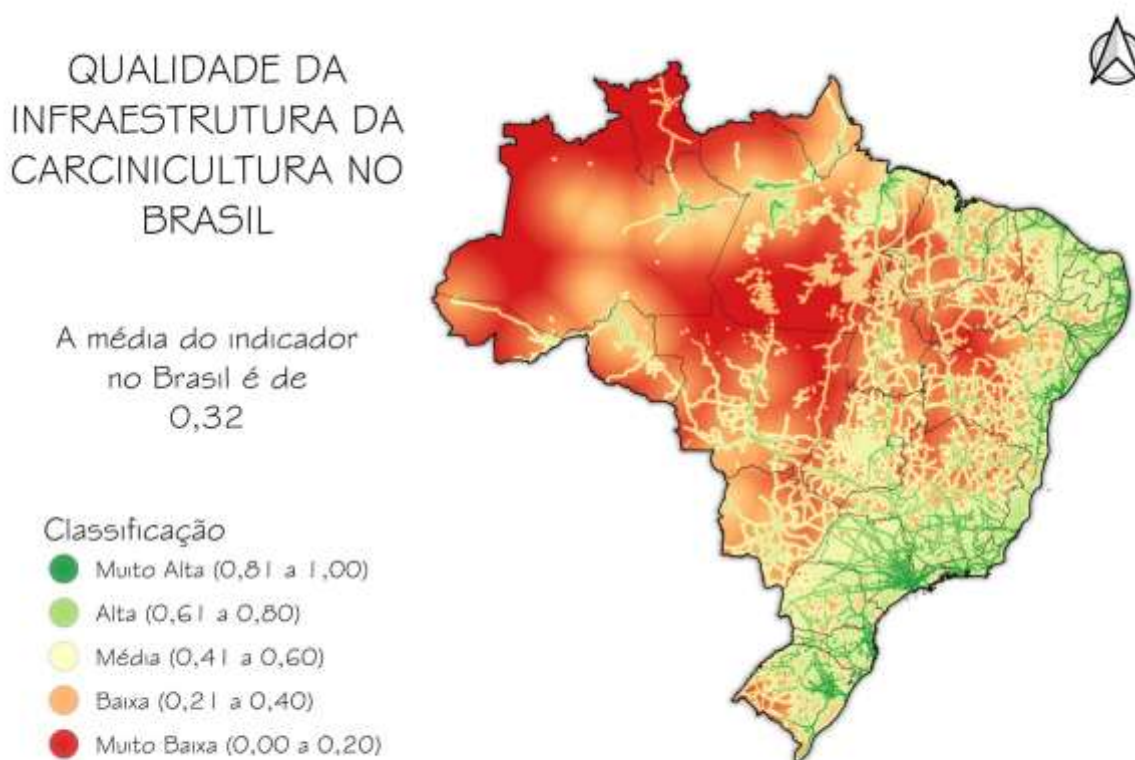
Se uma área é classificada como tendo Aptidão Alta ou Muito Alta, isso significa que a região apresenta condições favoráveis para o manejo da atividade, como: relevo, clima, disponibilidade de recursos hídricos, e não possui restrições significativas para uso do solo. Em outras palavras, a região oferece todas as condições necessárias para a produção de camarões. Por outro lado, quando uma região é classificada como tendo Aptidão Baixa ou Muito Baixa, isso indica que um dos fatores colaborativos para o manejo da atividade mencionados anteriormente não foi atendido. Por outro lado, as áreas de aptidão média estão situadas entre essas duas extremidades. Na Figura 8, é possível visualizar que a região com maior índice de classificação é o Nordeste do Brasil, sendo sua grande maioria classificada como Alta ou Muito Alta.

Além disso, as informações apontadas não são de caráter definitivo, elas apenas apontam áreas com potencialidade ou fragilidade para o desenvolvimento da atividade, colaborando com o seu desenvolvimento sustentável e tomada de decisão.

4.1.3 INFRAESTRUTURA AQUÍCOLA

Depois de categorizar os fatores individualmente, os resultados foram segmentados e utilizou-se a técnica de álgebra de mapas em conjunto com a análise multicritério para integrá-los. O resultado disso foi um mapa classificado que indica as regiões com maior ou menor aptidão de infraestrutura para a criação de camarões em todo o território nacional, em que para isso é levado em consideração informações como: o acesso ao transporte rodoviário, energia elétrica, portos e indústria de beneficiamento que essas áreas possuem (Figura 9).

Figura 9: Mapa da aptidão da Infraestrutura para carcinicultura no território brasileiro.



Fonte: Rota do pescado (2022).

A classificação é apresentada na forma de escala qualitativa, variando entre Aptidão Muito Baixa e Aptidão Muito Alta. Sua representação gráfica é feita juntamente com a interpolação linear, que mostra que o local que tem aptidão, com valor 1, tem a cor verde mais escura e todos os parâmetros estão mais acessíveis do que onde é 0,81, e assim sucessivamente com os demais níveis e suas respectivas cores.

A média do indicador no Brasil foi calculada com base na metodologia de Análise Hierárquica de Processo (JORDÃO; PEREIRA, 2006), no qual são atribuídos pesos aos fatores, em que se considera alguns como mais importantes e outros menos. Sendo assim, o resultado é dado pelo produto desses pesos pelas médias dos fatores (Tabela 8), como pode ser visto a seguir:

Tabela 8: Média do Indicador de Infraestrutura Aquícola (IIA) e dos fatores que o compõem no Brasil.

País	IIA	Infra. Viária	Infra. Energética	Indústria de Beneficiamento	Portos
Brasil	0,32	0,32	0,09	0,57	0,34

Fonte: Rota do pescado (2022).

$$IIA = \text{Peso Inf. Viária} * \text{Média Inf. Viária} + \text{Peso Inf. Energética} * \text{Média Inf. Energética} + \text{Peso Ind. Beneficiamento} * \text{Média Ind. Beneficiamento} + \text{Peso Portos} * \text{Média Portos}$$

$$IIA = 0,337 * 0,32 + 0,282 * 0,09 + 0,240 * 0,57 + 0,141 * 0,34 = 0,32$$

De acordo com os valores evidenciados na tabela anterior, nenhum fator alcançou aptidão alta no território nacional, e neles o setor energético foi que apresentou o pior desempenho.

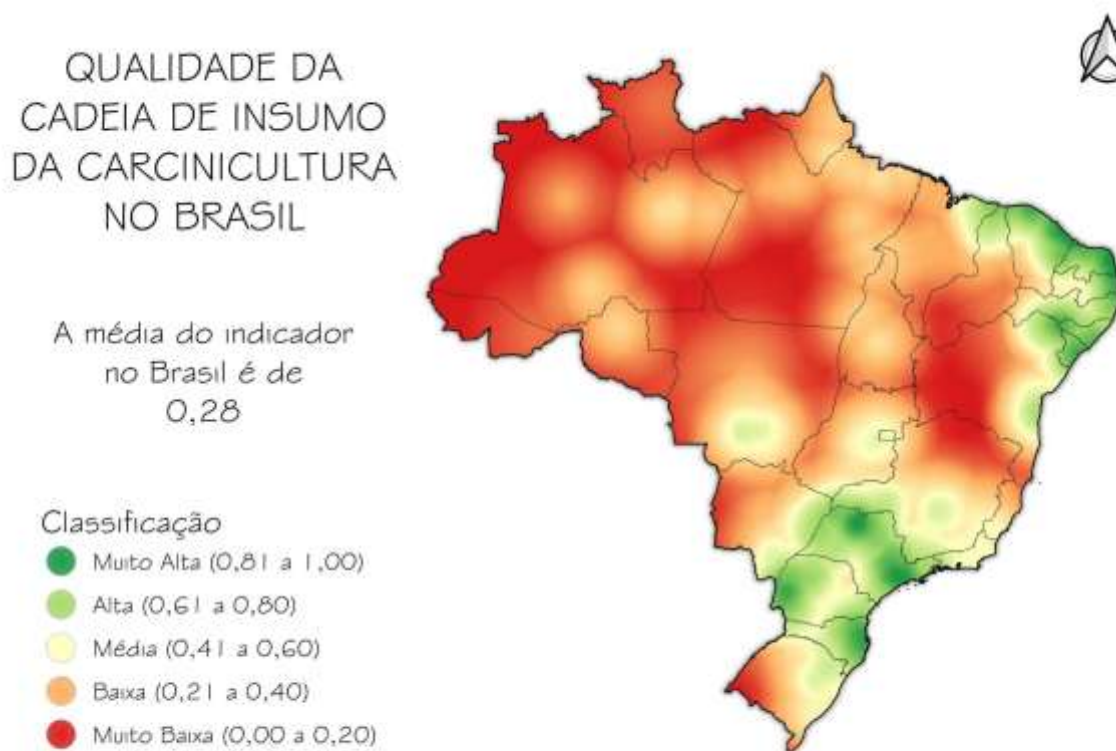
Além disso, conforme é apresentado no mapa (Figura 9), as regiões destaques são a Sul, Sudeste e Nordeste, com sua maioria localizada principalmente próximo à costa litorânea. Nesses locais existem cerca de 267.024 km de extensão de rodovias pavimentadas espalhadas entre essas principais regiões, 92.618 linhas de transmissão e 61 portos marítimos, além de 808 unidades de indústrias de beneficiamento, o que faz dessas áreas locais com grande potencial econômico sustentável para funcionamento e escoamento de produtos/atividade.

4.1.4 CADEIA DE INSUMOS

Depois de categorizar cada fator separadamente, os resultados foram refinados e usou-se a técnica de álgebra de mapas em conjunto com a análise multicritério para unificá-los. O resultado final foi um mapa classificado que mostra quais regiões têm maior ou menor adequação física para o cultivo de camarões em todo o país, destacando principalmente as áreas

com o melhor acesso à matéria prima e aos insumos necessários para tocar a atividade (Figura 10).

Figura 10: Mapa da aptidão na cadeia de insumo para carcinicultura do território brasileiro.



Fonte: Rota do pescado (2022).

A classificação é apresentada na forma de escala qualitativa, variando entre Aptidão Muito Baixa e Aptidão Muito Alta. Sua representação gráfica é feita juntamente com a interpolação linear. O local que tem melhor aptidão são as áreas com coloração visual tendenciosas para o verde, sendo que quanto mais escuro for, mais alta é sua classificação. Por exemplo, o local que tem aptidão com valor 1 tem a cor verde mais escura do que onde é 0,81. A mesma analogia se aplica para os demais níveis de classificação de acordo com as cores especificadas.

A média do indicador no Brasil foi calculada com base na metodologia de Análise Hierárquica de Processo (JORDÃO; PEREIRA, 2006), na qual são atribuídos pesos aos fatores, em que se considera alguns como mais importantes e outros menos. Sendo assim, o resultado é dado pelo produto desses pesos pelas médias dos fatores (Tabela 9), como pode ser visto a seguir:

Tabela 9: Média do Indicador da Cadeia de Insumos (ICI) e dos fatores que o compõem no Brasil.

País	ICI	Lab. Larvas	Fáb. Gelo	Fáb. Ração	Prod. Sanidade	Fáb. Equipamento
Brasil	0,28	0,11	0,40	0,30	0,51	0,49

Fonte: Rota do pescado (2022).

$ICI = \text{Peso Lab. Larvas} * \text{Média Lab. Larvas} + \text{Peso Fáb. Gelo} * \text{Média Fáb. Gelo} + \text{Peso Lab. Larvas} * \text{Média Fáb. Ração} + \text{Peso Lab. Larvas} * \text{Média Prod. Sanidade} + \text{Peso Lab. Larvas} * \text{Média Fáb. Equipamento}$

$$ICI = 0,405*0,11 + 0,249*0,40 + 0,194*0,30 + 0,098*0,51 + 0,053*0,49$$

$$ICI = 0,28$$

Conforme os valores evidenciados na tabela anterior (Tabela 9), nenhum fator alcançou aptidão alta no território nacional. Dentre eles, o fator de laboratório de larvas foi que apresentou o pior desempenho, com apenas 38 unidades da cadeia de insumos. O setor de ração também apresentou baixa aptidão, com apenas 39 fábricas. Em relação aos outros parâmetros, foram encontradas 189 unidades de produtos de sanidade, 140 fábricas de gelo e 103 unidades de equipamentos.

Além disso, de acordo com o mapa apresentado anteriormente (Figura 10), percebe-se uma má distribuição de insumos entre as demais regiões. A grande maioria de insumos disponíveis está localizada em pequenas parcelas das regiões Nordeste, Sul e Sudeste.

4.2 PORTAL ATLAS DO CAMARÃO

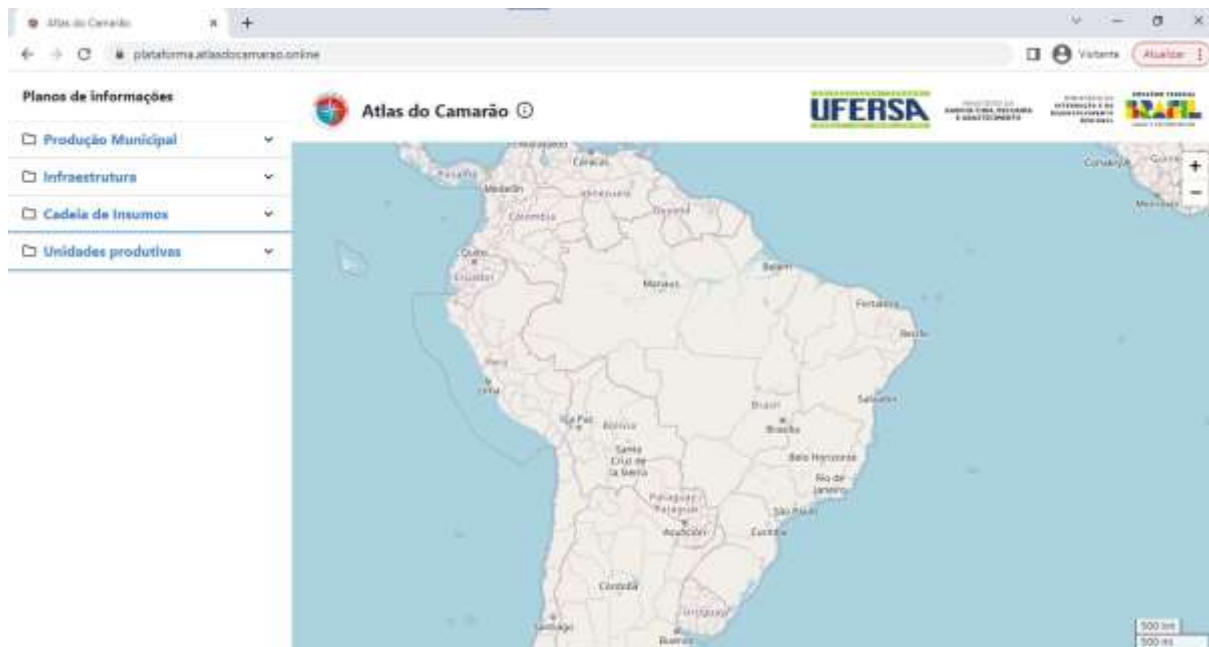
O Portal Atlas do Camarão é um WEBSIG que permite reunir, apresentar e disponibilizar informações geoespaciais relacionadas à produção de camarão no Brasil. A plataforma tem como objetivo fornecer suporte para a criação de políticas públicas sustentáveis para a indústria de camarão, e auxiliar na tomada de decisões, através da análise e visualização de dados relevantes para o setor.

Ao usuário entrar no site da plataforma, este irá se deparar com uma tela (Figura 11) contendo um mapa visual cujo os dados são apresentados conforme vão sendo habilitados no menu de opções, localizado à esquerda. Dentre os grupos de camadas disponíveis, tem-se:

- Produção municipal;
- Infraestrutura;
- Cadeia de Insumos;

- Unidades Produtivas.

Figura 11: Tela inicial da plataforma Atlas do Camarão.



Fonte: Autoria própria (2023).

O grupo de camadas Produção Municipal apresenta dados relacionados a todas as cidades do Brasil que produziram camarão entre os anos de 2013 e 2021. Estes são exibidos na tela conforme são habilitados no menu esquerdo (Figura 12).

Figura 12: Grupo de camadas Produção Municipal com a Produção Municipal do ano de 2013 Ativa.



Fonte: Autoria própria (2023).

Cada município exibido possui informações como: Nome do município; Ano de produção; Quantidade produzida no respectivo ano, que estão atreladas à sua feição. Para consultá-las, basta clicar sobre a feição (Figura 13).

Figura 13: Grupo de camadas Produção Municipal com a Produção Municipal do ano de 2013 Ativa, e com uma feição selecionada.



Fonte: Autoria própria (2023).

O grupo de camadas denominado de Infraestrutura contém dados que auxiliam os produtores em suas questões de logísticas, principalmente na hora da compra e escoamento de insumos/produção. As informações nele apresentadas mostram a existência de locais com maior ou menor potencial para o desenvolvimento da carcinicultura baseando-se nos principais indicadores (Figura 14):

- Infraestrutura Energética;
- Infraestrutura Portuária;
- Infraestrutura de Beneficiamento;
- Infraestrutura Viária;

Figura 14: Grupo de camadas Infraestrutura com a camada de Indicador de infraestrutura energética habilitada.



Fonte: Autoria própria (2023).

O grupo de camadas denominado de Cadeia de Insumos disponibiliza informações geolocalizadas dos locais que concentram empreendimentos que comercializam insumos e matéria-prima para a atividade de cultivo de camarão (Figura 15). Dentre suas categorias, tem-se:

- Equipamentos para aquicultura;
- Fábricas de gelo;
- Laboratórios de pós-larvas;
- Produtos de sanidade aquícola;

- Fábricas de ração

Figura 15: Grupo de camadas Cadeia de Insumos com a camada Equipamentos para a aquicultura habilitada.



Fonte: Autoria própria (2023).

O grupo Unidades produtivas contém informações acerca dos principais polos produtivos elaborados e a localização das fazendas de cultivo (Figura 16). Os polos apresentados foram definidos de acordo com a mesoregião que cada município pertence.

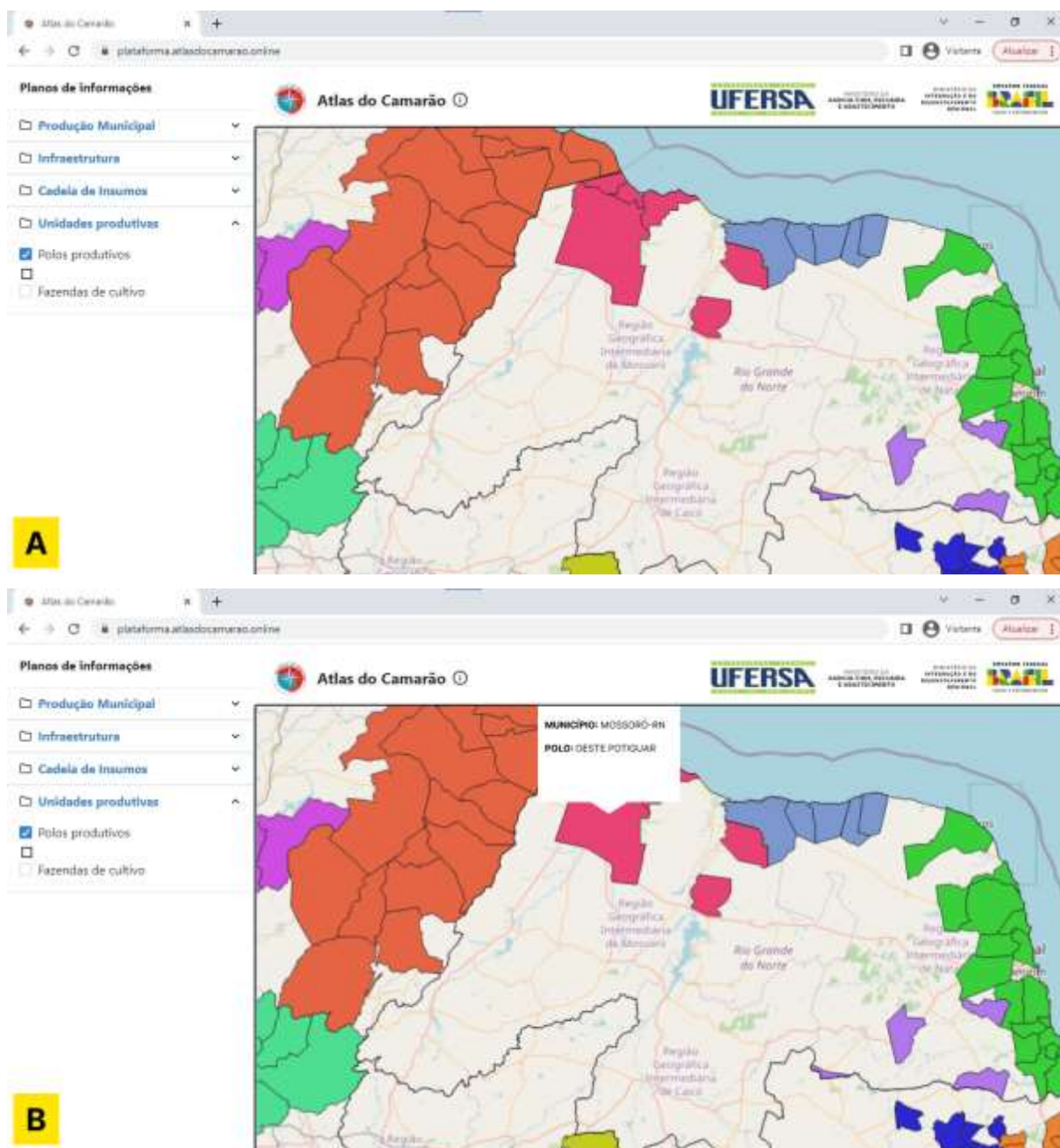
Figura 16: Camada de polos produtivos habilitada e seus principais pólos produtivos classificados por cores.



Fonte: Autoria própria (2023).

As cidades que são apresentadas no mapa (Figura 17, parte A) são distribuídas por pólos produtivos representados por cores, em que cada polo possui uma cor diferente. Cada cidade exibida possui informações como: Nome do município e Polo, atreladas a sua feição, podendo estas serem consultadas através de um clique sobre a feição de interesse (Figura 17, parte B).

Figura 17: Polos produtivos separados por cores (Parte A), e informações de feições selecionadas (Parte B).



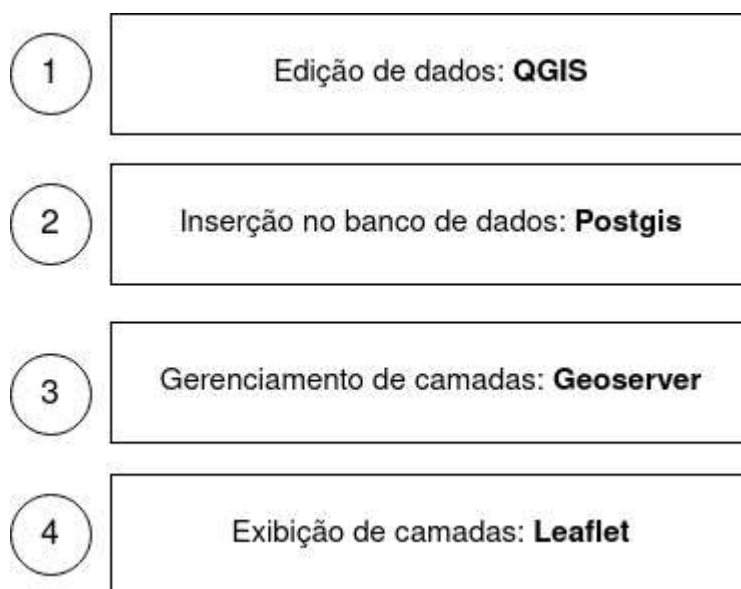
Fonte: Autoria própria (2023).

4.3 FLUXO DE TRABALHO DO SISTEMA

A Figura 18 ilustra o fluxo de trabalho pelo qual os dados são disponibilizados na plataforma Atlas do Camarão. Esta se trata de um WebSIG com funcionalidades de consulta de dados espaciais e alfanuméricos. Para a edição dos dados espaciais (mapas), é recomendado o uso de ferramentas livres, como o software QGIS, que permite a preparação das informações

geográficas e a inserção destas no banco de dados utilizando os recursos disponíveis na própria ferramenta. Após a edição e inserção dos dados, é necessário realizar a configuração das camadas, que é feita através da interface gráfica do Geoserver. Por fim, para exibir as camadas ao usuário, é necessário implementá-las na classe de camadas do Leaflet, na qual o usuário poderá interagir.

Figura 18: Fluxo de trabalho do portal.



Fonte: Autoria própria (2023).

4.4 IMPLEMENTAÇÕES FUTURAS

Em implementações futuras da plataforma Atlas do Camarão sugere-se a adição de informações das fazendas produtoras, para que estes estejam disponíveis para outros usuários que façam a consulta e assim iniciar relações de negócios, trocas/incentivos comerciais etc.

Outra implementação futura que poderá trazer grandes benefícios para a plataforma é a criação de um painel de usuário. Com um painel de usuário, os produtores rurais terão um maior controle sobre as informações que estão sendo gerenciadas pela plataforma, podendo acessá-las e atualizá-las facilmente. Isso permitirá uma maior interação e colaboração entre os usuários da plataforma, possibilitando uma gestão mais integrada e colaborativa das atividades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma web desenvolvida neste trabalho apresenta-se como uma importante ferramenta para subsidiar a formulação de políticas públicas para o fomento do desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da carcinicultura nacional. Com a integração, visualização e disponibilização de dados espaciais relevantes, a plataforma permite uma análise mais precisa e abrangente dos aspectos ambientais, econômicos e sociais envolvidos na produção de camarão no Brasil. Isso possibilita a identificação de gargalos e oportunidades, bem como a definição de estratégias eficazes para o fortalecimento da cadeia produtiva e a promoção da sustentabilidade. Espera-se que a plataforma desenvolvida seja amplamente utilizada por gestores públicos, pesquisadores e demais interessados no tema, contribuindo assim para o desenvolvimento do setor e para a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas na atividade.

A formulação de políticas públicas voltadas para o fomento do desenvolvimento sustentável da carcinicultura é fundamental para garantir a sustentabilidade do setor e a preservação do meio ambiente. E a plataforma Atlas do Camarão aparece nesse setor como uma ferramenta importante para subsidiar a formulação dessas políticas, permitindo uma análise mais precisa e abrangente dos impactos da atividade e das possibilidades de mitigação e adaptação a esses impactos.

Por fim, é importante destacar que esta pode ser utilizada como referência para o desenvolvimento de outras ferramentas similares voltadas para outras cadeias produtivas no Brasil e em outros países. A integração de dados espaciais e o uso de tecnologias de informação e comunicação representam uma tendência crescente na gestão ambiental e no desenvolvimento sustentável, e o desenvolvimento de plataformas como esta pode contribuir significativamente para a promoção desses objetivos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. Camarão e a importância da carcinicultura para a economia nacional. Agro2.0. 2019. Disponível em: < <https://agro20.com.br/camarao/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- ARONOFF, S. Geographical Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, WDI Publications, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). Desafios para a carcinicultura brasileira voltar a ser competitiva: Utilizar pós-larvas (SPF/SPR) de alta performance e retornar ao mercado internacional. Revista ABCC. Ano XXIII, nº 3. 2021. Disponível em: < https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Revista-ABCC_Ed.Junho2021-versao-online_.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- BALDI, M.; LOPES, F. Primar orgânica: inovação em tempos de crise. Cadernos EBAPE. BR, v. 6, p. 01-16, 2008.
- BDIA – Banco de informações ambientais, 2023. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html?=&t=sobre>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- BOLFE, É. L.; PEREIRA, R. S.; MADRUGA, P. R. D. A. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados à análise de recursos florestais. Ciência Rural, 34, 105-111, 2004.
- BOLFE, É. L.; SIQUEIRA, O. J. W. D.; PEREIRA, R. S.; ALBA, J. M. F.; MIURA, A. K. Uso, ocupação das terras e banco de dados geográficos da metade sul do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, v. 39, p. 1729-1737, 2009.
- BURROUGH, P. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, England, Oxford University Press, 1986.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; D'ALGE, J. C. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, v. 345, 2001.
- CARVALHO, G. A. L.; DÉBORA V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Anais. INPE, p. 3643-3650, 2009.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Portal de Informações Agropecuárias. Disponível em: < <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- COWEN, D.J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54:1551-4, 1988.
- DIAS, J. M. Avaliação econômica da produção de camarão (*litopenaeus vannamei*) sob a condição de risco no município de Acaraú-estado do Ceará. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá – PR. v. 14, n.1, p. 85-105, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7701/6510>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- DRUCK, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).
- ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F. L.; JUNIOR, P. D. N. L. Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana. 2005. Disponível em: <

- <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/libagr/index/assoc/HASH0100.dir/doc.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- EXPRESS. Support the Equal Justice Initiative, 2023. Disponível em: < <https://expressjs.com/pt-br/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- FANTIN, M.; PEDRASSOLI, J. C.; MELO, B. M.; MENEZES, G. P.; MARTINES, M. R. Inteligência geográfica na construção de políticas públicas: rumo à plataforma de monitoramento de áreas verdes urbanas do Estado de São Paulo. *Interações (Campo Grande)*. v.23(3), 907–922, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.20435/inter.v23i3.3533>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- FERREIRA, K. R.; CASANOVA, M. A.; QUEIROZ, G. R.; OLIVEIRA, O. F. *Arquiteturas e linguagens*. CA, p. 169201, 2005.
- FITZ, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLANAGAN, David. *Javascript: o guia definitivo*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities*. Rome: FAO; 2022. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0822e/a0822e00.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- FU, P. *Getting to Know Web GIS*; Esri Press: Redlands, CA, USA, 2020.
- GÖÇMEN, A. Web-Based Geographic Information Systems: Experience and Perspectives of Planners and the Implications for Extension. *Jornal of Externsion*.v. 54; n. 6; 2016. Disponível em: <<https://archives.joe.org/joe/2016december/a4.php>>. Acesso em: 26 fev. 2023
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 181-188, 2008.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Pecuária Municipal*. BRASIL: IBGE, 2021.
- IBGE- SIDRA: Pesquisa da Pecuária Municipal, 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- JACKSON, L. GOAL 2021: Growth ahead for the aquaculture industry. Global Seafood Alliance, 2021. Disponível em: <<https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2021-growth-ahead-for-aquaculture-industry/>>. Acesso em 27 fev. 2023.
- JORDÃO, B. M. C; PEREIRA, S. R. A análise multicritério na Tomada de decisão - O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty: Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto. Instituto Politécnico De Coimbra, Instituto Superior De Engenharia De Coimbra. Departamento De Engenharia Civil, Gestão De Empreendimentos (5º ANO), 2006.
- JORY, D. E. Current production, challenges and the future of shrimp farming. Global Seafood Alliance. 2018. Disponível em: < <https://www.globalseafood.org/advocate/current-production-challenges-and-the-future-of-shrimp-farming/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- JUNIOR, A. M. S; SILVEIRA, B. D. A.; FERNANDES, R. T. V. *Geoprocessamento e Análise do Espaço Urbano*. E-bok – Editora Atena, Ponta Grossa – PR, 2020. Disponível em: < <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/geoprocessamento-e-analise-do-espaco-urbano>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

- LANGLEY, D. J.; VAN DOORN, J.; NG, I. C., STIEGLITZ, S.; LAZOVIK, A.; BOONSTRA, A. The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. *Journal of Business Research*, v. 122, p. 853-863, 2021.
- LEAFLET, M. Leaflet. 2023. Disponível em: < <https://leafletjs.com/>>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- LEITÃO, R. C.; CAVALCANTE, R. R. R.; RIBEIRO, E. M.; CLAUDINO, R. L.; MACIEL, N. M.; ROSA, M. F. Reúso da água da despesca na produção de camarão. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental*, 15 (Rev. bras. eng. agríc. Ambiente, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001200014>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- MAPBIOMAS. MapBiomass General “Handbook” - Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). p. 42, 2019. Disponível em: < <https://mapbiomas.org/o-projeto>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- MAPBOX. Mapbox GL JS, 2023. Disponível em: < <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/guides/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- MATIAS, J. F. N.; ELOY, H. R. F.; CATTER, K. M.; VIDIGAL, R. C. D. A. B.; SOUZA, R. L. M.; LISBOA, V.; MATIAS, M. L. Análise comparativa da eficiência econômica e competitividade dos cultivos de camarão marinho no sistema semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reúso de água e uso de bioflocos–BFT) utilizados no Brasil. *Sistemas & Gestão*, 15(2), 123-130, 2020.
- MONTEIRO, A. M. V.; CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: Embrapa, 2004.
- MOZILLA – Corporations. JavaScript. 2022. Disponível em: < <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript#refer%C3%Aancia>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- NAKANISHI, L. I. T. Criação de Camarão: Cartilha Básica. Cartilha Básica – SEBRAE. 2018. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Aquicultura-Criacao-de-Camarao-Cartilha-Basica.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- POSTGIS. Spatial PostgreSQL, 2023. Disponível em: < <https://postgis.net/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- POSTGRESQL Global Development Group PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database, 2023. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- PRONASOLOS. Programa Nacional de Solos do Brasil, 2023. Disponível em: < <https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- QGIS. Quantum GIS - A liderança do SIG de código aberto, 2023. Disponível em: <https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html>. Acesso em: 23 fev. 2023.
- REACTJS. Meta Platforms, Inc., 2023. Disponível em: <<https://reactjs.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- REIS, J.; PEIXOTO, S.; SOARES, R.; RHODES, M.; CHING, C.; DAVIS, D. A. Passive acoustic monitoring as a tool to assess feed response and growth of shrimp in ponds and research systems. *Aquaculture*, 546, 737326. 2022.
- ROCHA, I. P. Shrimp farming in Brazil. Global Seafood Alliance. 2010. Disponível em: < <https://www.globalseafood.org/advocate/shrimp-farming-in-brazil/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

- ROCHA, I. P. Um olhar sobre o setor carcinicultor mundial, pós covid-19 e, os desafios para a carcinicultura brasileira: viabilização de apoios financeiros e institucionais. Revista ABCC – Associação Brasileira de criadores de Camarão. Ano XXII, nº 1, 2020. Disponível em: < <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2020/08/REVISTA-CORRIGIDA-EM-03-AGOSTO-2020.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- ROWLAND, A.; FOLMER, E.; BEEK, W. Towards self-service gis—combining the best of the semantic web and web gis. ISPRS international journal of geo-information, v. 9, n. 12, p. 753, 2020.
- SAMPAIO, Y.; COSTA, E. F.; SAMPAIO, E. A. B. R. Impactos socioeconômicos do cultivo de camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste brasileiro. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 46, p. 1015-1042, 2008.
- SANTOS, J.E. A carcinicultura no Ceará: principais impactos ambientais em uma fazenda no cumbe: estuário do Rio Jaguaribe. 2006. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - SEI/MDR. Coordenação-Geral de Sistemas Produtos e Inovadores. II - Plano De Trabalho do Termo de Execução Descentralizada Nº 234/2020, 2022.
- SIGMA. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos CPTEC. Disponível em: < <http://sigma.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- SINIMBU, F. Ciência define modelo simplificado de cultivo de camarão fora da zona costeira. Embrapa, 2022. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/71448811/ciencia-define-modelo-simplificado-de-cultivo-de-camarao-fora-da-zona-costeira#:~:text=Ci%C3%Aancia%20define%20modelo%20simplificado%20de%20cultivo%20de%20camar%C3%A3o%20fora%20da%20zona%20costeira,-Compartilhar&text=O%20modelo%20criado%20permite%20o,uso%20de%20farelo%20de%20arr>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- SMITH, T.; PEUQUET, D.; MENON, S.; AGARWAL, P. KBGIS-II, a Knowledge-Based Geographical Information System. International Journal of Geographical Information Systems. vol 1. n. 2, p. 149-172. 1987.
- SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. DPI/INPE 2006. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- TANCREDO, K. R.; NOBREGA, R. O.; DIAS, T.; LAPA, K. R. Impactos ambientais da carcinicultura brasileira. In: 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production: Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World. Universidade Paulista, São Paulo. p. 18-20. 2011.
- VIEIRA, F. N. A nutrição dos camarões. Revista FAPEU. Ano XI, nº 11, v. 11. 2019.
- O que são bancos de dados geográficos? Geo Sem Fronteiras, 2022. Disponível em: < <https://geosemfronteiras.org/blog/o-que-sao-bancos-de-dados-geograficos/>>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- WHAT is Geoserver? Geoserver, 2023. Disponível em: < <https://geoserver.org/about/>>. Acesso em: 13 mai. 2023.