

# DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA GEOWEB PARA O SISTEMA DE INTELIGÊNCIA TERRITORIAL ESTRATÉGICA DA AQUICULTURA BRASILEIRA

Davi de Oliveira Custódio <sup>1</sup>, André Rodrigo Farias <sup>2</sup>, Marcelo Fernando Fonseca <sup>3</sup>, Luciola Alves Magalhães <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão, CEP 13070-115 – Campinas SP, [davi.custodio@embrapa.br](mailto:davi.custodio@embrapa.br); [andre.farias@embrapa.br](mailto:andre.farias@embrapa.br); [marcelo.fonseca@embrapa.br](mailto:marcelo.fonseca@embrapa.br); [luciola.magalhaes@embrapa.br](mailto:luciola.magalhaes@embrapa.br)

## RESUMO

A aquicultura é a atividade de produção de organismos aquáticos, como peixes, moluscos e crustáceos, em ambiente de cultivo controlado ou semicontrolado, destinada ao consumo humano. No Brasil, tem se expandido de forma significativa nos últimos anos, envolvendo mais de um milhão de produtores rurais e uma produção estimada de 840 mil toneladas em 2021. Dada sua crescente relevância, políticas de ordenamento territorial e de organização dos diferentes elos da cadeia produtiva são fundamentais para garantir a sustentabilidade econômica, ambiental e social da atividade. Este artigo objetiva apresentar o desenvolvimento de uma plataforma GeoWeb do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica para a aquicultura brasileira. Implementada com uma arquitetura baseada em ferramentas open-source, a plataforma de acesso público integra dados estratégicos da aquicultura no território nacional, distribuídos em seis dimensões territoriais, e associados a funcionalidades de análise geoespacial para subsidiar as decisões estratégicas do setor.

**Palavras-chave** — aquicultura, geoweb, geoprocessamento, território, inteligência

## ABSTRACT

*Aquaculture is the farming of aquatic organisms, such as fish, mollusk and crustacean, in controlled or semicontrolled environments, for human consumption. In Brazil, aquaculture has significantly grown over the last years, and is made up of over a million farmers that produced over 840 thousand tons in 2021. Given its increasing relevance, policies for territory and land-use planning and for organizing different actors of the production chain are essential to guarantee its economic, environmental and social sustainability. This paper intends to show the development of the geoweb platform of the Strategic Territorial Intelligence System for Brazilian Aquaculture. Based on open-source tools, it is available to the general public and features strategic data about aquaculture in the Brazilian territory. These data are distributed over six territorial dimensions and associated*

*with geospatial analysis functions, to support strategic decisions for the industry.*

**Key words** — aquaculture, geoweb, geoprocessing, territory, intelligence.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura como campo de estudo científico engloba a cadeia produtiva de organismos aquáticos, como peixes, moluscos e crustáceos, em ambiente controlado ou semicontrolado, destinados ao consumo humano e com importante papel para a segurança alimentar mundial [1]. Situada em geral em pequenas propriedades rurais, a produção aquícola nacional estimada de 2021 foi de 840 mil toneladas, envolvendo mais de um milhão de produtores [2], com valor de produção estimado de R\$ 6,4 bilhões [3]. A espécie mais produzida é a tilápia, que se destaca nos mercados domésticos das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No Nordeste, além da tilápia, a produção de camarão também é relevante, enquanto na região Norte o tambaqui é a espécie mais produzida.

O consumo ainda baixo em relação a outras cadeias de proteínas representa enorme potencial de crescimento para os próximos anos, o que demanda boas práticas e uso de novas tecnologias, além de confiáveis bases de dados consolidados da aquicultura para apoiar o ordenamento territorial das atividades, processos de licenciamento ambiental, avaliações sobre a disponibilidade hídrica e demandas de assistência técnica.

Este trabalho objetiva apresentar uma solução baseada em dados estratégicos georreferenciados dispostos em uma plataforma digital de acesso contínuo. Trata-se do GeoWeb do SITE Aquicultura ([www.embrapa.br/site-aquicultura](http://www.embrapa.br/site-aquicultura)), parte integrante do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica para a Aquicultura [4] no Brasil, combinando o acesso, a integração, a análise e o download de centenas de dados qualificados do setor aquícola em uma única plataforma, como subsídio e apoio aos produtores, associações, instituições de pesquisa, gestores e agentes da cadeia produtiva.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O catálogo de dados e metadados geográficos para compor os quadros aquícola, agrícola, agrário, natural, de

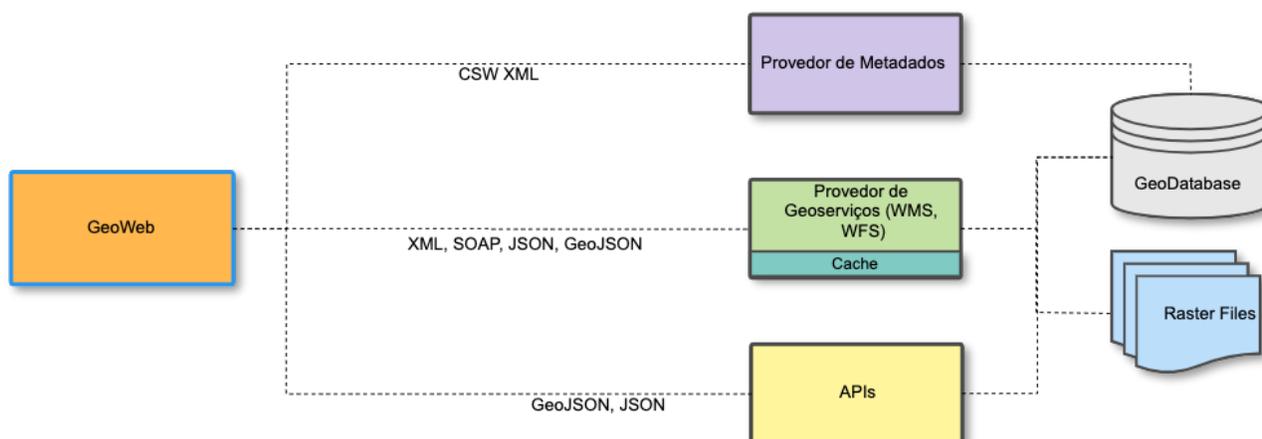


Figura 1 - Arquitetura da aplicação Geoweb

infraestrutura e socioeconômico da cadeia produtiva da aquicultura no Brasil, disponíveis no GeoWeb, foram elaborados após consultas aos stakeholders do setor, como produtores e suas associações representativas, instituições de pesquisa e universidades, consultores e assistentes técnicos rurais. A sistematização e organização dos dados contemplou a consulta em repositórios e instituições oficiais, publicações técnicas, revistas da área e busca livre na web em fontes aptas à inserção da componente espacial, preferencialmente àquelas que apresentassem homogeneidade e capilaridade para todo o território brasileiro.

O desenvolvimento de uma aplicação do tipo GeoWeb possui desafios específicos relacionados à complexidade envolvida no tratamento, preparação e transformação de dados geoespaciais e sua disponibilidade em um ambiente Web. Tais dados geralmente encontram-se distribuídos entre geodatabases, provedores de metadados e geoserviços. As linguagens, bibliotecas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de software devem estar preparadas para estabelecer interoperabilidade utilizando diversas interfaces, formatos e protocolos, também específicos para esse tipo de aplicação, como WMS, WFS, GeoJSON, CSW, SOAP, JSON e XML. A Figura 1 apresenta a arquitetura típica de uma aplicação GeoWeb.

Neste tipo de estrutura, o provedor de metadados se encarrega de fornecer informações detalhadas sobre cada plano de informação. Conectado ao geodatabase e a fontes de dados matriciais tipo Raster Files, o provedor de geoserviços transforma, renderiza e otimiza, a partir de uma estratégia de geração de caches, essas informações em respostas WMS e WFS para serem consumidas pelo GeoWeb. Por sua vez, as interfaces API fornecem serviços de dados a aplicação em formato GeoJSON e JSON.

Para o desenvolvimento do GeoWeb do SITE Aquicultura, definiu-se como diretriz a construção de uma aplicação moderna baseada em UX (User Experience), com potencial de apresentar componentes intuitivos, visualmente atrativos e que se comportassem de maneira responsiva a

diversos tipos de telas. Além disso, as tecnologias associadas ao desenvolvimento do software deveriam estar disponíveis no formato open-source.

Na perspectiva de atender estes parâmetros e as demais características operacionais das especificações de requisitos do GeoWeb do SITE Aquicultura, optou-se pelo desenvolvimento de um framework próprio visando garantir flexibilidade em customizações e adaptações futuras ao código. Isso permite que novas funcionalidades sejam inseridas com maior eficiência e que modificações para otimizar a experiência dos usuários seja realizada de uma forma mais rápida.

Para o desenvolvimento deste framework, utilizou-se o conjunto de bibliotecas e tecnologias descrito a seguir:

**Leaflet(leafletjs.com):** biblioteca open-source que oferece ferramentas, componentes e suporte especializados em mapas Web (WebMapping). A opção do Leaflet em detrimento à outras bibliotecas como, por exemplo, a OpenLayers, está associado ao fato de ser mais dinâmica e simples ao mesmo tempo que apresenta a mesma abrangência de recursos;

**ReactJS(reactjs.org):** biblioteca para criação de interfaces Web e desenvolvimento de componentes visuais. Para enriquecer o desenvolvimento de componentes visuais, optou-se também pelo framework React Material-UI(mui.com);

**NodeJS(nodejs.org):** ambiente de execução para construção de APIs. Trata-se de uma das principais plataformas utilizadas no desenvolvimento de aplicações ‘backend’, e também faz uso da mesma linguagem de programação utilizada pelos outros frameworks adotados, o Javascript;

**Typescript:** linguagem de programação adotada por oferecer tipagem forte ao Javascript.

Em relação a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) associada ao GeoWeb, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

**Geoserver(geoserver.org):** provedor de mapas e geoserviços, escolhido por ser o mais completo servidor WMS e WFS open-source disponível;

**Geowebcache(geowebcache.org):** gerenciador de otimização e cache utilizado nativamente pelo Geoserver.

**PyCSW(pycsw.org):** é provedor de metadados geoespaciais. Fornece uma API mais enxuta e objetiva, em relação a outras opções como o Geonetwork (geonetwork-open-source.org).

**Postgres/PostGIS(postgis.net):** banco de dados espacial open-source, conhecido como o melhor servidor neste segmento [5].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O framework GeoWeb desenvolvido a partir deste conjunto de tecnologias denominou-se SmartMaps. Tem por objetivo principal disponibilizar ferramentas ou componentes flexíveis e intuitivos, preparados para trabalhar especificamente com dados espaciais provenientes de uma determinada IDE. A biblioteca fornece suporte ao tratamento de dados e metadados geoespaciais conectando-se com provedores de serviços CSW, WMS e WFS. O principal diferencial apresentado pelo framework em relação a outros já existentes como, por exemplo, I3GEO, GeoExt, Mapserver e MapStore, é a capacidade de simplificar o desenvolvimento e a customização das ferramentas e componentes fornecidos.

Conectado aos provedores de dados e metadados, o framework fornece uma porção de componentes visuais interativos responsáveis principalmente por: listar e identificar planos de informações, aplicar pesquisas e buscas em dados e metadados, aplicar filtros por meio de construção de expressões lógicas, ligar e desligar camadas e planos de informação, exportar dados em diferentes formatos (shapefile, geotiff, csv, geojson), aplicar zoom e alterar a opacidade de determinada camada, oferecer a capacidade de pesquisa de atributos por meio de uma seleção em determinada feição, fornecer janelas e botões navegáveis adaptados para compartilhar o mesmo espaço do mapa principal e apresentação de legendas automáticas sobre cada plano de informação.

A plataforma GeoWeb, estruturada a partir deste framework, disponibiliza o acesso, a visualização e a análise de dados espaciais estratégicos da aquicultura, organizados a partir da proposta metodológica do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) em seis dimensões territoriais:

- Quadro aquícola: disponibiliza um conjunto de informações inéditas sobre a localização e as características das diferentes estruturas produtivas relacionadas à aquicultura, desde as indústrias de fornecimento de insumos bem como as instituições de pesquisa e oferta de serviços especializados da atividade;
- Quadro natural: responsável por apresentar os condicionantes de ordem física que influenciam na

aquicultura, principalmente os dados relacionados à disponibilidade hídrica e qualidade da água;

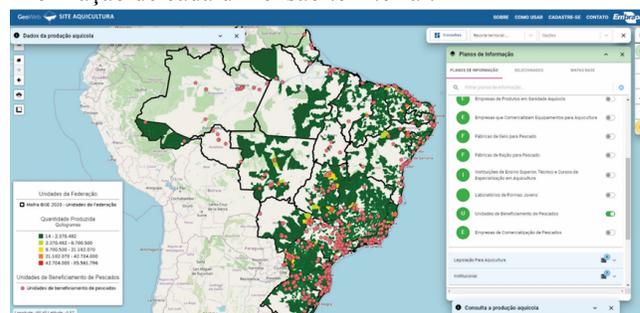
- Quadro agrário: demonstra a distribuição das áreas legalmente atribuídas no País e sua relação com as possibilidades futuras de expansão ou retração da atividade aquícola no território nacional;

- Quadro agrícola: reúne os registros de produção da aquicultura, demonstrando o número de produtores na atividade, os tipos de espécies cultivadas, os valores financeiros gerados pela produção, os perfis de propriedade rural e suas relações com a atividade aquícola, entre outros parâmetros da cadeia produtiva;

- Quadro infraestrutura: apresenta as condições de infraestrutura que se relacionam a aquicultura como, por exemplo, a disponibilidade de energia elétrica e as vias de escoamento da produção;

- Quadro socioeconômico: reúne indicadores sociais e econômicos que caracterizam as regiões e os territórios em que a aquicultura já se encontra consolidada ou tem possibilidades de expansão.

A organização dos dados estratégicos da aquicultura em diferentes dimensões está associada à premissa de que os resultados atuais e futuros da produção dependem de uma série de fatores produtivos, naturais e sociais, sendo que as políticas que considerem esta complexidade tendem a ser mais assertivas em sua execução. A plataforma GeoWeb, apresentada na Figura 2, possibilita essa integração dos dados e a análise conjunta dos diferentes planos de informação de cada dimensão territorial:



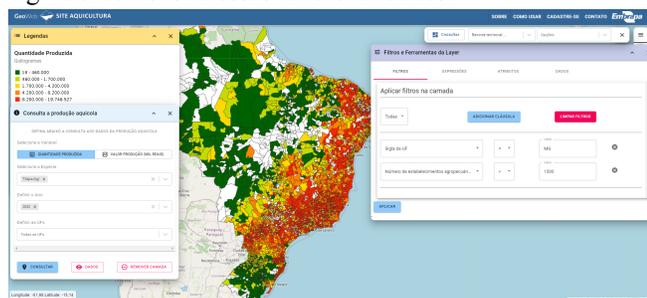
**Figura 2. Visão principal do GeoWeb do SITE Aquicultura. À direita, lista dos planos de informações disponíveis para consulta interativa; à esquerda, legendas automáticas das camadas habilitadas; no centro, o mapa interativo.**

Um dos diferenciais propostos para este GeoWeb em comparação a outras plataformas de visualização de dados espaciais na Web, são as funcionalidades interativas que permitem ao usuário construir análises personalizadas a partir dos dados integrados na ferramenta. O framework desenvolvido especificamente para esta plataforma possibilita, para cada plano de informação e seus respectivos atributos, a adição de cláusulas lógicas e definição de filtros por expressões, o que permite a seleção apenas das feições que atendem determinados critérios de interesse. Por exemplo, em uma modelagem de dados, é possível definir quais as áreas do território nacional que estão situadas em

um determinado regime pluviométrico, temperatura e umidade e que também reúnem estruturas produtivas da aquicultura como fábricas de ração e de gelo ou fornecimento de alevinos. Na medida em que os filtros e expressões podem ser construídos a partir da manipulação de cada atributo presente nos planos de informação, amplia-se de maneira significativa o potencial de análise da ferramenta e o número dos cruzamentos e interações possíveis entre os dados.

Outra funcionalidade interativa da plataforma é a possibilidade de combinar planos de informação dos próprios usuários com os planos de informação disponíveis no GeoWeb. A ferramenta permite a inserção de dados que são armazenados em um ambiente temporário e exclusivo ao proprietário em formatos shapefile (shp) ou kml e, consequentemente, utilizar tais informações no ambiente integrado da plataforma.

Visando ampliar as possibilidades de visualização de dados de produção aquícola, estruturou-se um formulário de consulta em que, uma vez definidos pelo usuário o recorte territorial e temporal, espécie e variável de interesse (produção absoluta ou valor da produção), são elaborados mapas coropléticos de forma automática, com a incorporação de legendas cujas classes definem-se de forma dinâmica a partir da segmentação estatística de quebras naturais de Jenks [6]. O desenvolvimento do componente e a disponibilização desse tipo de consulta permite a visualização dinâmica de milhares de mapas de produção ao oferecer múltiplas combinações entre anos, recortes territoriais e variáveis, consolidando-se com uma opção mais adequada para a operação do usuário em comparação à simples estruturação dos dados em planos de informação. A Figura 3 demonstra essas funcionalidades:



**Figura 3. Tela do GeoWeb SITE Aquicultura. À esquerda, formulário de consulta de dados da produção aquícola; à direita, menu de filtros e de consulta aos atributos; no centro, mapa coroplético gerado automaticamente pela consulta**

## 5. CONCLUSÕES

A plataforma do GeoWeb do SITE Aquicultura buscou suprir uma das demandas do setor que era a ausência de dados estruturados que pudessem subsidiar o planejamento estratégico de suas operações e expansão territorial. Desenvolvida inspirada no conceito de um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica, apresenta dados identificados como essenciais pelos especialistas em

aquicultura, organizados em cinco dimensões: quadro natural, agrário, agrícola, infraestrutura e socioeconômico. Dada a relevância para o setor, especialmente neste trabalho foi acrescentado um novo quadro: o aquícola. Esses dados, estruturados em uma plataforma aberta, online e baseada em User Experience, busca ampliar o potencial de adoção da ferramenta por usuários de diferentes perfis, sejam eles especialistas em geotecnologias ou não. As funcionalidades implementadas na ferramenta assim como a diversidade de bases de dados distribuídas nos diferentes quadros temáticos tem o potencial de apoiar análises de inteligência territorial associadas à aquicultura, o que torna essencial a sua manutenção, em termos tecnológicos, e sua atualização periódica.

## 8. REFERÊNCIAS

- [1] Siqueira, T. V. de. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. Boletim regional, urbano e ambiental. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA. 2017.
- [2] PEIXE BR, Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário 2022. Peixe BR da Piscicultura. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2022>>.
- [3] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>>.
- [4] Magalhães, L. A.; Fonseca, M. F.; Pinto, D. M.; Miranda, E. E. de. Inteligência estratégica e a relevância do território como elemento de planejamento. Brasília, DF: Embrapa, Rede de Observatórios do Agropensa. Nota Técnica 76, 2021.
- [5] Ferreira, K. S. et al. Vantagens da utilização do postgis para publicação e atualização dos dados do cadastro territorial multifinalitário. 13º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. COBRAC. Florianópolis/SC, 2018.
- [6] G. F. Jenks, "The data model concept in statistical mapping," International Yearbook of Cartography, vol. 7, no. 1, 1967, pp. 186–190.