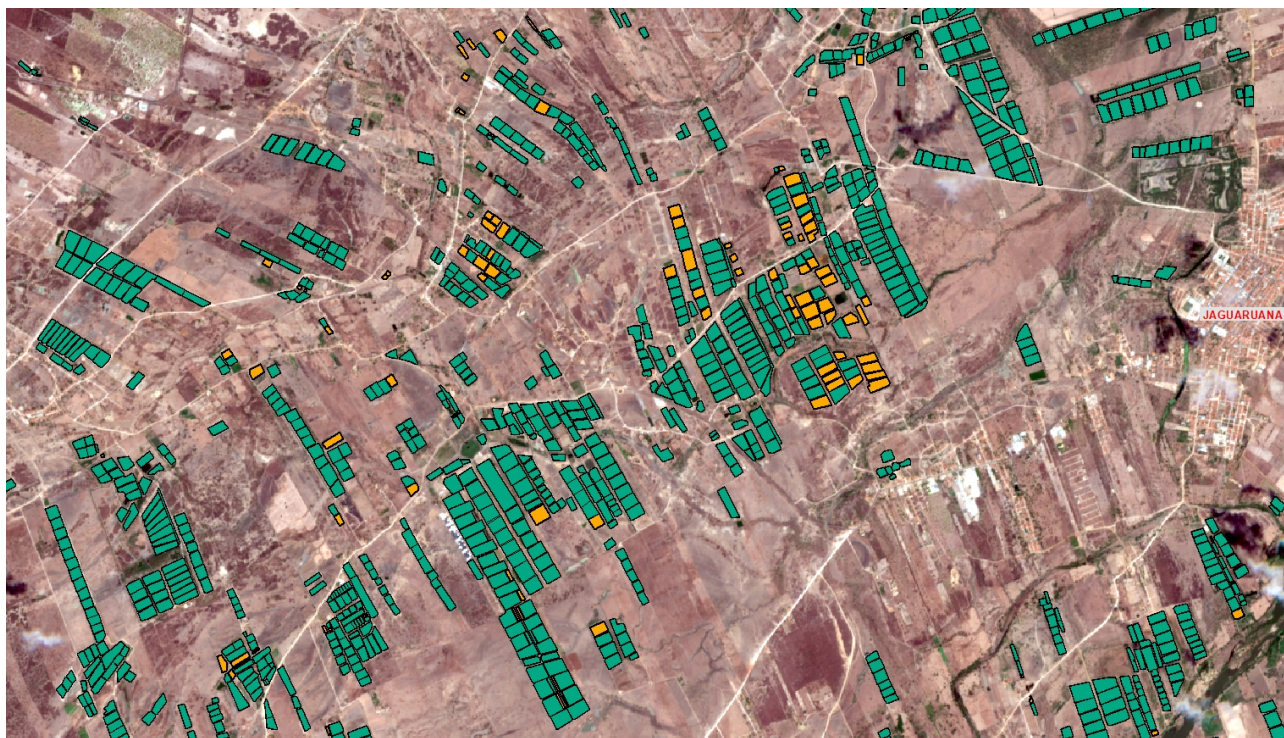


GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos-SRH



## **Mapeamento das áreas ocupadas com aquicultura no estado do Ceará – Ano base: 2024**

**Dezembro/2024**

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS -**  
**FUNCEME**

**Mapeamento das áreas ocupadas com aquicultura no**  
**estado do Ceará – Ano base: 2024**

**Relatório Técnico**

**Dezembro/2024**

## **ESTADO DO CEARÁ**

**Elmano de Freitas da Costa - Governador**

## **SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**Marcos Robério Ribeiro Monteiro - Secretário**

## **FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME**

**Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins – Presidente**

**Francisco Hoilton Araripe Rios - Diretor Técnico**

**Luís César Pinho – Diretor Administrativo/Financeiro**

**Manuel Rodrigues de Freitas Filho – Gerente de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente**

**Clécia Cristina Barbosa Guimarães - Supervisora da Unidade de Estudos Básicos**

## **EQUIPE TÉCNICA EXECUTORA**

Manuel Rodrigues de Freitas Filho, Geógrafo, Doutor em Geografia

Níveo Moreira da Rocha, Geógrafo, Especialista em Geoprocessamento

Thais de Oliveira Casela, Geógrafa, Mestre em Geografia

Denis Barbosa de Lima, Geógrafo, Mestre em Geografia

## Introdução

A aquicultura no estado Ceará vem se desenvolvendo nos últimos anos de forma crescente, sendo atualmente uma das principais atividades da economia cearense, principalmente no que se refere às exportações. Este estudo visa fornecer informações confiáveis sobre a distribuição espacial das áreas ocupadas com aquicultura em 2024 no estado do Ceará, tendo como base dados gerados a partir de imagens de satélites e aplicação de técnicas de geoprocessamento. Estes recursos tecnológicos permitem tanto a realização de um mapeamento atualizado como o monitoramento das áreas ocupadas com aquicultura. As informações geradas neste estudo poderão ser utilizadas como subsídio para o planejamento do desenvolvimento da aquicultura no Ceará e uma melhor compreensão da distribuição espacial e dos impactos da referida atividade no meio ambiente.

## Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizado um levantamento de imagens de satélites disponíveis de forma gratuita e com a melhor resolução espacial disponível para a área a ser mapeada. Neste sentido foram selecionadas as imagens geradas pelos satélites Sentinel 2, sensor óptico e resolução espacial de 10 metros, Sentinel 1, sensor radar e resolução espacial aproximada de 12 metros, além de imagens de alta resolução espacial disponíveis na base de dados da ESRI “World Imagery”. Após a obtenção das imagens foi realizada a estruturação de uma base de dados espaciais no software QGIS 3.8 tendo como base arquivos shapefiles referente ao limites municipais e das bacias hidrográficas do Ceará, além das áreas urbanas, rede de drenagem, espelhos d’água e rede viária. Como parâmetro cartográfico foi definido o sistema de coordenadas UTM. datum Sirgas 2000, zona 24S. Em seguida, tendo como plano de fundo a base de imagens “World Imagery”, foi realizada a criação e edição vetorial das informações espaciais referente a delimitação dos tanques utilizados nas áreas ocupadas com aquicultura (FIGURA 01).



Figura 01 - delimitação dos tanques utilizados com aquicultura no município de Acaraú-CE



Após a conclusão da edição da delimitação dos tanques ocupados com aquicultura foi iniciada a fase de análise do uso dos referidos tanques ao longo do ano relacionada os períodos em que os mesmos permaneceram com água entre os meses de Janeiro e Dezembro/2024. Nesta fase foi utilizada a plataforma “Google Earth Engine”, baseada em computação em nuvem para processamento de dados geoespaciais atualizados continuamente, permitindo a realização de múltiplas análises para uma mesma área em um tempo bastante reduzido. A partir da referida plataforma, foi desenvolvido um código computacional (*script*) na linguagem de programação Java, o qual possibilitou a realização de uma análise espacial das áreas ocupadas com aquicultura no decorrer do ano de 2024, de forma automática e com uso principalmente das imagens de radar geradas pelo satélite Sentinel 1. O sistema RADAR possui a capacidade de gerar imagens em qualquer horário e condições meteorológicas, viabilizando o mapeamento no período chuvoso do estado do Ceará, o qual ocorre no decorrer do primeiro semestre de cada ano(FIGURA 02).

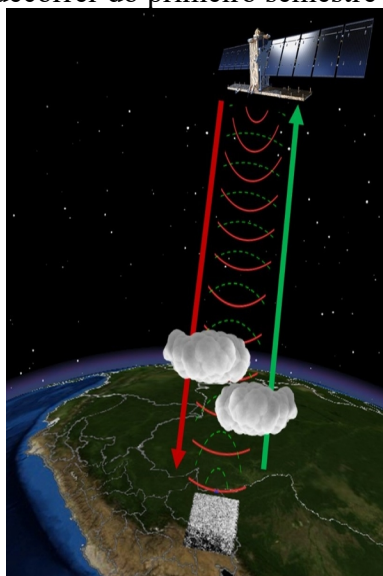


Figura 02 – o sistema RADAR possui a capacidade de gerar imagens em qualquer horário e condições meteorológicas (Fonte: [https://maaproject.org/2018/radar\\_eng/](https://maaproject.org/2018/radar_eng/))

Uma das principais vantagens do geoprocessamento é a criação de um banco de dados georreferenciado, contendo imagens de satélites e arquivos vetoriais devidamente atualizados. O mapeamento das áreas ocupadas com aquicultura no estado do Ceará no decorrer do ano de 2024, oferece a facilidade de um monitoramento utilizando imagens de satélites do ano pretendido, permitindo a realização de análises temporais e informações que podem ser muito úteis para o planejamento de ações a curto, médio e longo prazo.

## Resultados Obtidos

Com uso das funções de análise espacial disponíveis na plataforma Google Earth Engine, nos softwares QGIS e ArcGIS 10,8, licença disponível na FUNCEME, foi realizada a quantificação das áreas que foram utilizadas com aquicultura no Ceará em 2024. Os dados encontram-se organizados por município (TABELA 01) e por bacia hidrográfica (TABELA 02).

Tabela 01 – quantificação das áreas ocupadas com aquicultura em 2023 e 2024 no estado do Ceará

| Ranking       | Município               | Área (ha) |           |           |
|---------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               |                         | 2024      | 2023      | Diferença |
| Total mapeado |                         | 15.272,93 | 14.603,64 | 669,29    |
| 1             | Aracati                 | 2.537,34  | 2.531,15  | 06,19     |
| 2             | Jaguaruana              | 2.524,48  | 2.426,19  | 98,29     |
| 3             | Acaraú                  | 1.589,01  | 1.478,94  | 110,07    |
| 4             | Beberibe                | 1.096,55  | 1.061,08  | 35,47     |
| 5             | Limoeiro do Norte       | 783,62    | 732,35    | 51,27     |
| 6             | Camocim                 | 692,26    | 692,26    | 00,00     |
| 7             | Russas                  | 647,61    | 594,16    | 53,45     |
| 8             | Fortim                  | 554,18    | 518,15    | 36,03     |
| 9             | Paraipaba               | 533,66    | 521,07    | 12,59     |
| 10            | Granja                  | 520,03    | 511,87    | 08,16     |
| 11            | Icapuí                  | 516,16    | 511,91    | 04,25     |
| 12            | Barroquinha             | 435,81    | 389,79    | 46,02     |
| 13            | Itaíçaba                | 327,19    | 300,42    | 26,77     |
| 14            | Amontada                | 310,99    | 308,59    | 02,40     |
| 15            | Morada Nova             | 281,83    | 244,60    | 37,23     |
| 16            | Jaguaribe               | 250,35    | 245,42    | 04,93     |
| 17            | Alto Santo              | 248,84    | 236,27    | 12,57     |
| 18            | São João do Jaguaribe   | 235,75    | 194,72    | 41,03     |
| 19            | Itarema                 | 178,59    | 174,87    | 03,72     |
| 20            | Chaval                  | 163,18    | 144,59    | 18,59     |
| 21            | Quixeré                 | 152,19    | 131,56    | 20,63     |
| 22            | Iguatu                  | 73,92     | 60,68     | 13,24     |
| 23            | Itapipoca               | 68,70     | 91,84     | -23,14    |
| 24            | Tabuleiro do Norte      | 66,93     | 62,51     | 04,42     |
| 25            | Icó                     | 64,19     | 62,90     | 01,29     |
| 26            | Trairi                  | 58,15     | 57,35     | 00,80     |
| 27            | Paracuru                | 55,37     | 52,43     | 02,94     |
| 28            | Cascavel                | 48,67     | 45,31     | 03,36     |
| 29            | São Gonçalo do Amarante | 31,67     | 31,67     | 00,00     |
| 30            | Banabuiú                | 21,62     | 17,76     | 03,86     |
| 31            | Quixelô                 | 16,65     | 15,36     | 01,29     |
| 32            | Aracoiaba               | 16,59     | 08,75     | 07,84     |
| 33            | Aquiraz                 | 15,37     | 15,37     | 00,00     |
| 34            | Quixadá                 | 11,54     | 10,81     | 00,73     |
| 35            | Jaguaribara             | 10,74     | 16,04     | -05,30    |
| 36            | Guaiúba                 | 09,89     | 08,59     | 01,30     |
| 37            | Pentecoste              | 09,55     | 07,55     | 02,00     |
| 38            | Cruz                    | 08,82     | 07,81     | 01,01     |
| 39            | Palhano                 | 08,49     | 06,55     | 01,94     |
| 40            | Maranguape              | 07,36     | 03,23     | 04,13     |
| 41            | Caucaia                 | 07,04     | 03,67     | 03,37     |
| 42            | Sobral                  | 06,95     | 06,95     | 00,00     |
| 43            | Apuiarés                | 06,53     | 03,47     | 03,06     |
| 44            | Orós                    | 05,04     | 05,04     | 00,00     |
| 45            | Choró                   | 04,57     | 02,58     | 01,99     |
| 46            | Senador Pompeu          | 04,51     | 04,51     | 00,00     |
| 47            | Horizonte               | 04,36     | 02,95     | 01,41     |
| 48            | Jaguetama               | 04,13     | 04,13     | 00,00     |
| 49            | Marco                   | 04,08     | 04,08     | 00,00     |
| 50            | Cariús                  | 03,99     | 03,71     | 00,28     |
| 51            | Itapiúna                | 03,75     | 02,37     | 01,38     |
| 52            | Acopiara                | 03,43     | 03,43     | 00,00     |
| 53            | Miraíma                 | 03,24     | 02,92     | 00,32     |
| 54            | Umirim                  | 02,79     | 01,91     | 00,88     |
| 55            | Varjota                 | 02,22     | 02,22     | 00,00     |
| 56            | Baturité                | 02,21     | 02,21     | 00,00     |
| 57            | Redenção                | 02,21     | 01,23     | 00,98     |
| 58            | Quixeramobim            | 02,04     | 02,03     | 00,01     |
| 59            | Barreira                | 01,82     | 01,82     | 00,00     |
| 60            | Moraújo                 | 01,76     | 01,77     | -00,01    |
| 61            | Itabaretama             | 01,60     | 01,61     | -00,01    |
| 62            | Ocara                   | 01,47     | 00,00     | 01,47     |
| 63            | Uruburetama             | 01,36     | 01,36     | 00,00     |
| 64            | Araípe                  | 01,34     | 00,00     | 01,34     |
| 65            | Cedro                   | 01,18     | 01,18     | 00,00     |
| 66            | Palmácia                | 01,17     | 00,00     | 01,17     |
| 67            | Santa Quitéria          | 00,95     | 00,70     | 00,25     |
| 68            | Mauriti                 | 00,94     | 00,94     | -00,00    |
| 69            | Morrinhos               | 00,77     | 00,77     | 00,00     |
| 70            | Lavras da Mangabeira    | 00,72     | 00,72     | 00,00     |
| 71            | General Sampaio         | 00,51     | 00,51     | 00,00     |
| 72            | Coreaú                  | 00,41     | 00,41     | 00,00     |

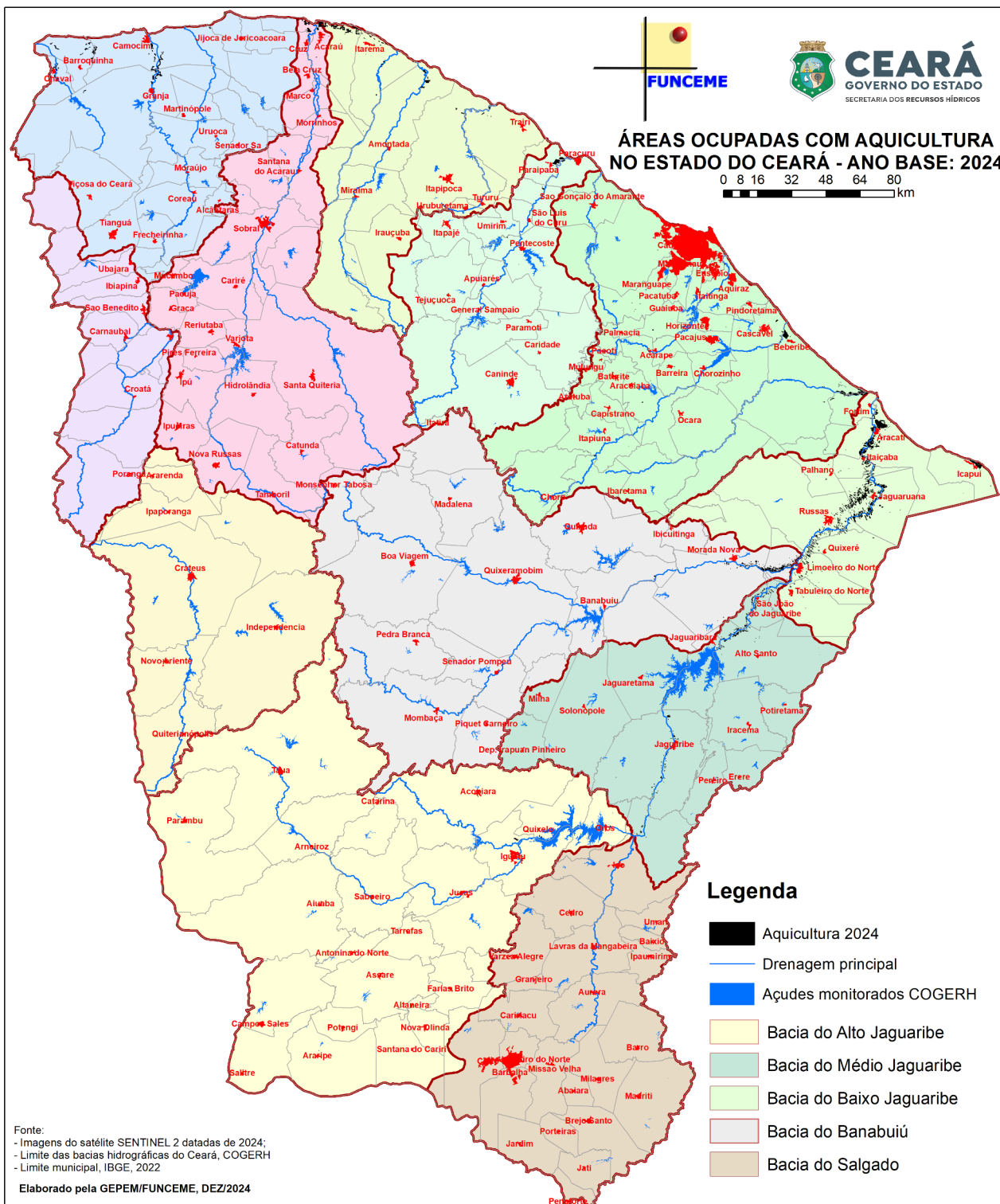
Tabela 02 – quantificação das áreas ocupadas com aquicultura em 2024 por bacia hidrográfica

| Ranking            | Bacias Hidrográficas | Área (ha)     |
|--------------------|----------------------|---------------|
| <b>Total geral</b> |                      | <b>15.273</b> |
| 1                  | Baixo Jaguaribe      | 7.042         |
| 2                  | Coreaú               | 1.818         |
| 3                  | Metropolitana        | 1.792         |
| 4                  | Litoral              | 1.404         |
| 5                  | Acaraú               | 826           |
| 6                  | Médio Jaguaribe      | 819           |
| 7                  | Banabuiú             | 819           |
| 8                  | Curu                 | 637           |
| 9                  | Alto Jaguaribe       | 105           |
| 10                 | Salgado              | 12            |

De acordo com os dados contidos na Tabela 01 verifica-se que os principais municípios cearenses com atividades de aquicultura são Aracati, Jaguaruana, Acaraú e Beberibe, onde juntos representam aproximadamente 50,72% da área ocupada com aquicultura no Ceará. Verifica-se na Tabela 02 que em 2024 o Ceará possuía 15.273ha ocupados com aquicultura e a principal bacia hidrográfica com esta atividade é a do baixo Jaguaribe, representando 46,10% dos dados de aquicultura mapeados. O Mapa 01 apresenta os dados mapeados em 2024 no estado do Ceará.

## Conclusões

O uso da plataforma Google Earth Engine ofereceu ao mapeamento das áreas ocupadas com aquicultura no Ceará mais agilidade, qualidade e precisão. Com a grande disponibilidade de imagens de satélite (históricas e atuais), de forma gratuita e pré-processada, torna-se possível a atualização e elaboração de novos mapeamentos. A base de dados com informações espaciais e tabulares das áreas ocupadas com aquicultura, que encontra-se sendo elaborada anualmente pela FUNCEME, deverá subsidiar e otimizar ações relacionadas a tomada de decisão na área de gestão dos recursos hídricos e do desenvolvimento econômico.



Mapa 01 – áreas ocupadas com aquicultura em 2024 no estado do Ceará



## **Bibliografia Consultada**

JENSEN, J. R.; Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Estados Unidos da America: Prentice hall, 2005 - 526 p. SBN: 0131453610.

FEYISA, G. L.; MEILBY, H.; FENSHOLT, R.; PROUD, S. R. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, 2014, 140, p. 23-35. <https://doi:10.1016/j.rse.2013.08.029>;

WOODHOUSE, Iain , **Introduction to Microwave Remote Sensing**, 2015., Editora Speckled Press, 398p. (eBook);

MEADEN, Geoffery; AGUILAT-MANJARREZ, José, **Advances in Geographic Information Systems and Remote Sensing for Fisheries and Aquaculture**, 2013. FAO, 98p.

VOLCKER Claudio Michael; SCOTT, Philip, **SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aqüicultura no baixo São João – RJ**, Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, 2008, p. 196-215