

## GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE EUTROFIZAÇÃO DO RIO COCÓ, EM FORTALEZA-CE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.VIII-005>

Adrienne Keyser de Sousa Maia\*, Thays Maria da Silva Costa, Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral

\* Instituto Federal do Ceará, [adrienne.sousa06@aluno.ifce.edu.br](mailto:adrienne.sousa06@aluno.ifce.edu.br).

### RESUMO

Os recursos hídricos podem sofrer alterações químicas, físicas e biológicas devido a diversos fatores, a exemplo de mudanças no uso do solo, lançamentos de efluentes domésticos e industriais sem tratamento. O Rio Cocó é um importante manancial, localizado em Fortaleza/Ce, no entanto tem gerado preocupações quanto ao seu estado de eutrofização. Na tentativa de contribuir com o diagnóstico da situação atual do referido recurso hídrico e com a identificação de conflitos pelo seu uso e ocupação, esta pesquisa tem como objetivo identificar os pontos de eutrofização no curso do rio Cocó, para auxiliar por meio de geotecnologias no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 03 (Saúde e bem-estar), 06 (Água potável e saneamento), 11 (Cidades sustentáveis) e 14 (Vida na água). A metodologia consiste na utilização de imagens via satélite LANDSAT-8/OLI, que possui nove bandas espectrais, referentes ao período mais próximo e livre de cobertura de nuvens, agosto de 2022, disponibilizadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). No software livre QGIS versão 3.28 foi delimitado o município de Fortaleza/Ce e para indicar o nível de vegetação presente na água foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os valores obtidos variaram entre -0,15 e 0,83 indicando presença de macrófitas em quase todo o corpo hídrico. Os valores mais elevados estão presentes nos bairros com maior vulnerabilidade socioambiental, que possuem insuficiência de infraestrutura e serviços urbanos como saneamento, o que indica relação entre a falta do serviço e a alteração na qualidade do corpo hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eutrofização; Pressão urbana; NDVI; Saneamento ambiental.

### INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos podem sofrer alterações químicas, físicas e biológicas devido a diversos fatores, a exemplo de mudanças no uso do solo, de lançamentos de efluentes domésticos e industriais sem tratamento, além de remoção de matas ciliares, que podem resultar em degradação, e água imprópria para consumo com possível veículo de doenças (Silva et al. 2017; Ramos, 2020; Santos e Santos, 2021) Essa situação reflete a insalubridade de regiões com deficiências em saneamento básico (Silva Junior e Azevedo, 2022).

Segundo Bernardini et al. (2021) os rios e afluentes são constantes repositórios de poluentes, principalmente no meio urbano, devido a aglomerados populacionais e construções irregulares próximas aos corpos hídricos. Esses aportes de matéria orgânica e poluentes decorrentes da falta de saneamento aumentam a possibilidade de eutrofização, que gera redução na qualidade da água e riscos à saúde, quando em estado avançado demanda maiores custos para tratamento (Santos e Medeiros, 2023).

De acordo com a Constituição Brasileira de 1988 em seu art. 225 todos tem direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. No Brasil, a Política federal de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/ 97) tem como um de seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. No Ceará, a Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Estadual 11.844 de 28 de dezembro de 2010 tem como uma de suas diretrizes: “a integração do gerenciamento dos recursos hídricos com as políticas públicas federais, estaduais e municipais de meio ambiente, saúde, saneamento, habitação, uso do solo e desenvolvimento urbano e regional.” A fim de garantir a proteção e desenvolvimento sustentável desses recursos.

Conforme Diógenes et al. (2020) o Rio Cocó é um dos maiores corpos hídricos do estado do Ceará, com 50 km de extensão, com cerca de 24 km apenas no município de Fortaleza, o que é preocupante pois existe uma condição de eutrofização mesmo sendo um importante recurso para a população local (Bernardini et al. 2021).

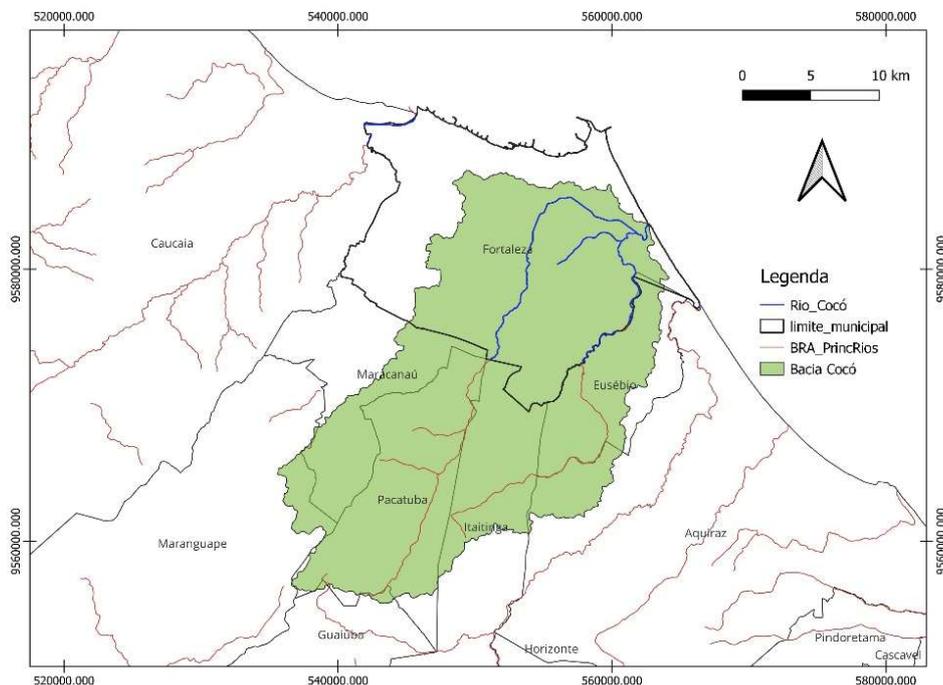
Parte da mata ciliar do rio Cocó é vegetação de manguezal que além de ser berçário de várias espécies fornece serviços ecossistêmicos de regulação do clima e escoamento da água, bem como de provisão de alimentos. Porém, apesar de sua importância ambiental, social e econômica verifica-se assoreamento do manguezal pelo avanço das dunas, aterramentos de lagoas, salinas e mangue, além de poluição do rio por esgotos e construção de olarias, principalmente quando este se afasta de determinados bairros (Lopes, 2010).

## OBJETIVO

Na tentativa de contribuir com o diagnóstico da situação atual do referido recurso hídrico e com a identificação de conflitos de uso e ocupação, além de auxiliar o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 03 (Saúde e bem-estar), 06 (Água potável e saneamento), 11 (Cidades sustentáveis) e 14 (Vida na água), a pesquisa tem como objetivo identificar os pontos de eutrofização no curso do rio Cocó, em Fortaleza – CE, por meio de geotecnologias.

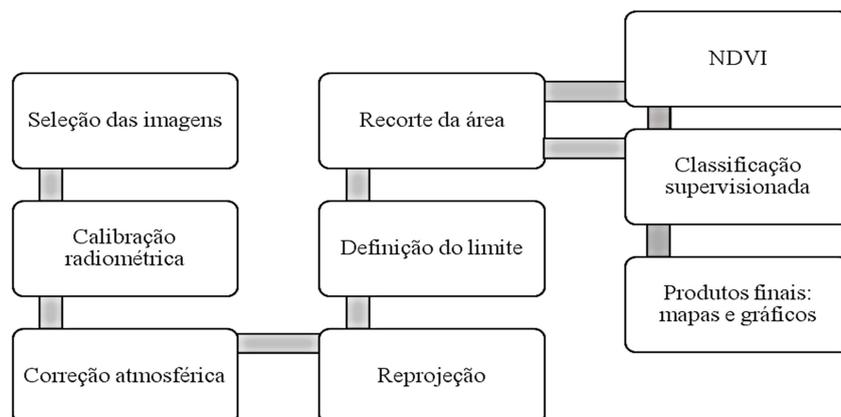
## METODOLOGIA

A bacia do Rio Cocó encontra-se situada no território de sete municípios: Pacatuba, Maracanaú, Maranguape, Itaitinga, Aquiraz, Eusébio e Fortaleza, abrangendo uma área de aproximadamente 517 km<sup>2</sup> (França, 2019). A área de estudo se concentra no trecho do rio localizado no município de Fortaleza, indicada na Figura 1.



**Figura 1: Delimitação da Bacia do rio Cocó e área de estudo.**

A metodologia da pesquisa foi adaptada de Minhoni et al. (2017), no qual seguiu os passos descritos pelos autores na Figura 2.



**Figura 2: Fluxograma da metodologia.**

Foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT-8/OLI, que possui nove bandas espectrais, referentes ao período mais próximo e livre de cobertura de nuvens, agosto de 2022, disponibilizadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

No software livre QGIS versão 3.28 foi delimitado o município de Fortaleza/Ce e para indicar o nível de vegetação presente na água foi utilizado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Para o cálculo do NDVI utilizaram-se as bandas 4 e 5 que correspondem a reflectância do vermelho e do infravermelho próximo respectivamente, empregando a equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{pivp} - \text{pv}}{\text{pivp} + \text{pv}} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada;

pivp = reflectância no infravermelho próximo (0,85 a 0,88  $\mu\text{m}$ );

pv = reflectância no vermelho (0,64 a 0,67  $\mu\text{m}$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O NDVI é um indicador de biomassa, por isso é comumente utilizado para determinar a saúde da vegetação em análises de uso e cobertura do solo. No entanto, passou a ser muito utilizado também em pesquisas relacionadas a recursos hídricos, por indicar a presença de macrófitas nos corpos hídricos, como realizado por Minihoni et al. (2017) e Ventura; Miranda; Silva (2019).

Os resultados do NDVI variam entre -1 e 1, de modo que os valores negativos obtidos são associados a água e nuvens, e as plantas têm valores, em geral, de 0,2 a 1. Como pode ser observado na Figura 3.

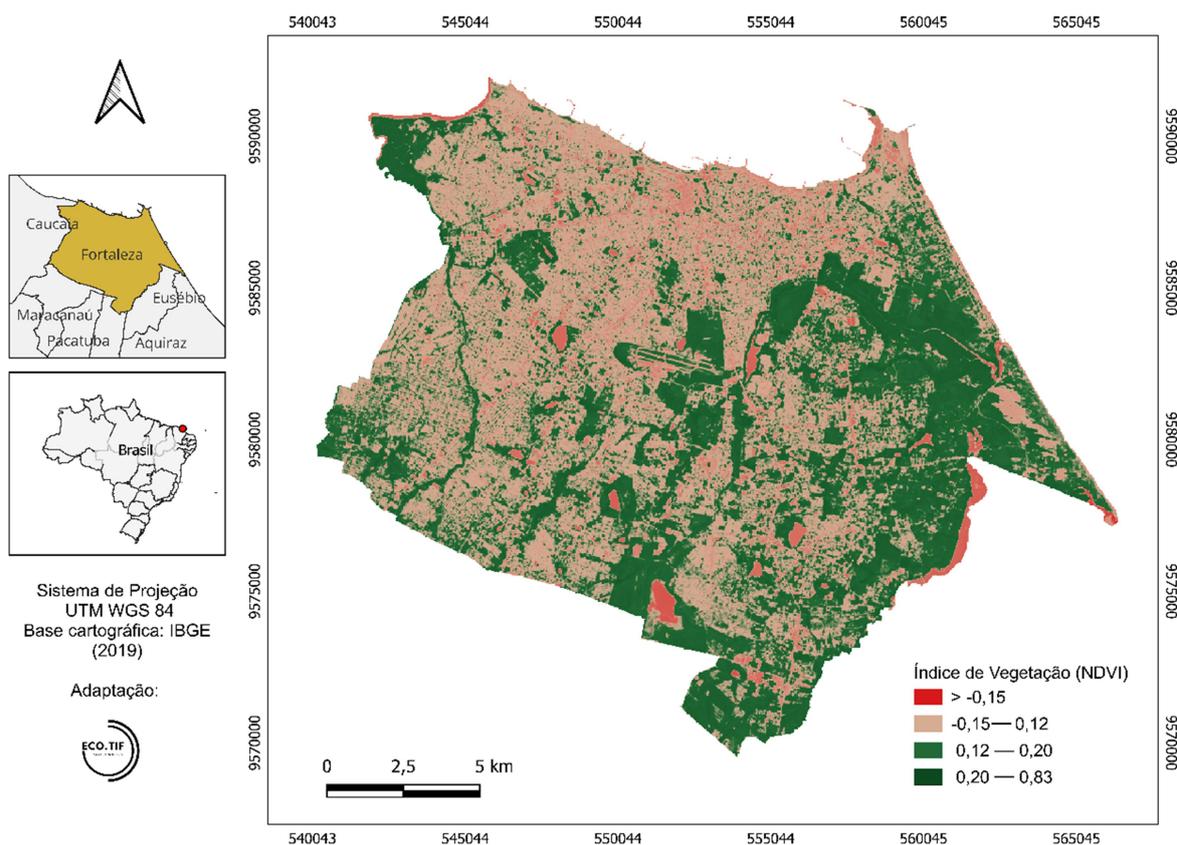


Figura 3: NDVI do município de Fortaleza.

O valor negativo -0,15 representado pela cor vermelha é referente a corpos d'água, o valor 0,12, na cor rosa, representa solo exposto e mancha urbana. Os valores seguintes apontam presença de vegetação, no qual 0,83 significa uma vegetação mais densa, como pode ser observado pela cor verde mais escura na localização do Parque Estadual do Cocó.

Os valores obtidos indicam que há presença de vegetação no rio em parte de seu curso após entrar na cidade pelos bairros Conjunto Palmeiras e Prefeito José Walter. O índice diminui ao chegar no bairro Aerolândia onde o leito é mais largo, assumindo valores negativos no meio, mas indicando presença de macrófitas nas margens.

Entre os bairros subsequentes São João do Tauape e Salinas tem-se um novo aumento. Isso pode ser explicado pela presença de atividades e ocupações estabelecidas nas margens do rio no bairro Aerolândia, bem como despejo inadequado de resíduos (Bernardinidi et al., 2021) que são carregados pelo rio para os bairros vizinhos.

No Parque Estadual do Cocó, mesmo com a unidade de conservação de proteção integral e área de preservação permanente (app), o índice ainda que baixo apontou presença de vegetação no corpo hídrico. O que corrobora com o estudo de Diógenes et al. (2020), que indicou poluição hídrica, no mesmo local de estudo, em pontos localizados dentro do Parque.

Na Figura 4 é possível observar que há presença de macrófitas nas margens da barragem do rio ao entrar no município e ao longo de quase todos os bairros em que passa, assumindo valores negativos em alguns pontos da Aerolândia e entre os bairros Manuel Dias Branco e Edson Queiroz, ao se aproximar da foz.

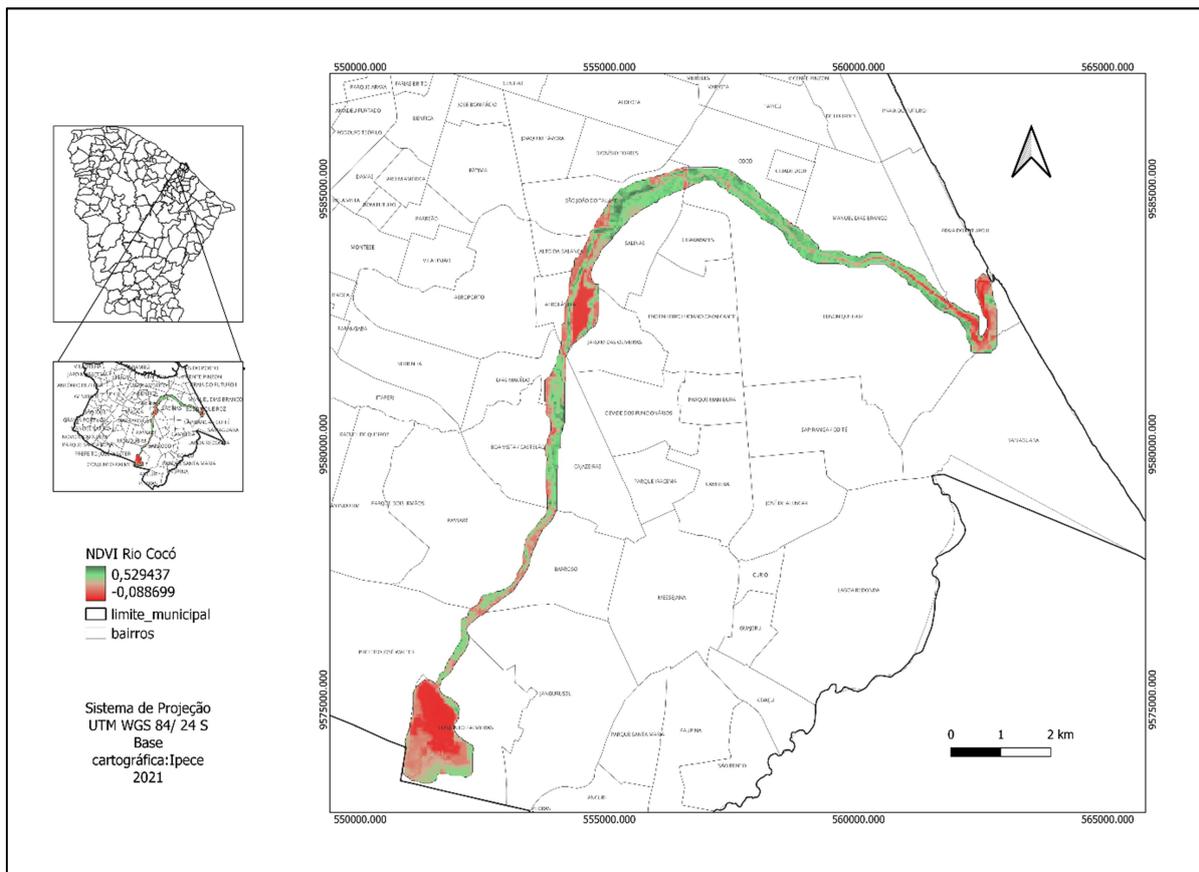


Figura 4: NDVI do rio Cocó.

A presença de eutrofização nessas áreas pode ser um indicador de falta de saneamento básico (Santos e Medeiros, 2023). No que se refere a isso, Bernardini et al. (2021) apontam que a densidade de ocupações e atividades estabelecidas nas margens do rio sugerem um cenário estrutural e de saneamento potencialmente poluente.

De acordo com o Plano Diretor de Fortaleza, os bairros a direita do mapa são zonas de ocupação moderada enquanto os que se encontram a esquerda até o bairro Alto da Balança fazem parte da zona de requalificação urbana 1 e 2. As duas zonas se caracterizam pela insuficiência de infraestrutura e serviços urbanos como saneamento.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados é possível perceber que apesar do rio apresentar níveis de eutrofização em quase toda a sua extensão os bairros com índice mais elevado são aqueles que apresentam maior vulnerabilidade socioambiental, além de apontar uma relação entre a falta de saneamento básico e alteração na qualidade do rio.

A Agenda 2030 tem dentre seus objetivos o acesso a água potável e saneamento equitativo para todos, visto que o saneamento básico influencia outros setores como a saúde, a qualidade de corpos

hídricos e está diretamente relacionado com o ODS 11, que tem como meta garantir habitações seguras com acesso a serviços básicos, no entanto esse objetivo só será possível ser alcançado com um esforço dos órgão competentes e com programas de educação ambiental que instrua até mesmo os moradores dos arredores do Rio de uma forma a preservar o recurso hídrico do qual também usufruem.

Em 2020 foi instituída a Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico com intuito de promover a universalização deste serviço até 2033 e realizado o Pacto pelo saneamento básico com elaboração do Plano Estratégico de Saneamento Básico do Ceará, que visa contribuir para a universalização do saneamento no estado através de um conjunto de programas e metas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e do Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental (LERCA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, J. E. S. de; VAZ, C. M. .; RODRIGUES, E. B. .; SANTANA, J. M. .; REIS, M. S. dos; NEVES, R. R. .; SOUZA, G. T. de. (2023). “Avaliação ambiental da área de preservação permanente ao longo do igarapé santos localizado na cidade de Tucuruí – Pa.” Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, [S. l.], v. 16, n. 1, pp. 111–124
2. BERNARDINI, C. S. M.; SILVA, F.J.A.; NETO, C.A.F.; ALBUQUERQUE, G.L.S.; ALENCAR, I.F.O.; SALES, R.J.M.; TONIOLLI, L.S. (2021)“Qualidade da água como retrato da vulnerabilidade socioambiental: O caso do rio Cocó - Fortaleza/CE.” Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica., [s. l.], v. 14, n. 1, pp. 295-311.
3. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul 2020.
4. CEARÁ. LEI Nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, CE, 30 dez 2010.
5. DIÓGENES, L. G. G.; NASCIMENTO, A. P.; OLIVEIRA, R. M. A.; OLIVEIRA, G.; SILVA, F. J. A. “Achado recentes sobre a qualidade da água do rio Cocó em um trecho urbano da cidade de Fortaleza – Ceará” in Anais do XII Encontro Nacional de Águas Urbanas, Porto Alegre, out. 2020.
6. FRANÇA, R. M. (2019). “Proposta metodológica de identificação do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará, Brasil”. Revista Geosaberes. v. 10, n. 21, pp. 1-11.
7. FONSECA, A. L. dos S.; MARINHO, C. C.; MINELLO, M.; ESTEVES, F. de A. (2020). “Lagoas costeiras urbanas sujeitas a impactos antrópicos via aporte de efluentes: aspectos gerais e a concentração de metano na Lagoa Imboassica.”. Revista Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 81–97.
8. JUNIOR, L. C. da S.; AZEVEDO, J. P. S. (2022). “Influência do saneamento na qualidade de água em rios: Uma análise através da modelagem de qualidade de água”. Revista Mix Sustentável. v.8, n. 1, pp. 41-52.
9. LOPES, F. T. M. T. "A importância do Parque Ecológico do rio Cocó como potencial e atrativo turístico". 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2010.
10. MINHONI, R. T. A.; PINHEIRO, M. P. M. A.; FILGUEIRAS, R.; ZIMBACK, C. R. L. (2017). “Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento de macrófitas aquáticas no reservatório de Barra Bonita, SP”. Revista Irriga. v. 22, n. 2, pp. 330-342.
11. RAMOS, M. P.; SOARES, A. L. C.; NOBREGA, R. A. A.; RAMOS, M. P.; NAIME, A. L. F.; SIQUEIRA, L. N. (2020). “Geotecnologias e qualidade da água: estudos em reservatórios de abastecimento público”. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.7, p.722-739.
12. SANTOS, D. R. C. S.; SANTOS, V. C. (2021). “Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca – AL”. Revista Diversitas Journal. v. 6, n. 1, pp. 481-498.
13. SANTOS, E. O.; MEDEIROS, P. R. P. (2023).“A ação antrópica e o processo de eutrofização no rio Paraíba do Meio”. Revista Sociedade & Natureza. v.35, p. e66441.



14. SILVA, B. T.; SILVINO, G. S.; FARIAS, A. A. (2017). “Uso de geotecnologias no estudo do assoreamento do Açude de Vaca Brava – PB”. Revista Multidisciplinar e de Psicologia. v.11, n. 37.
15. VENTURA, S. J.; MIRANDA, L. C.; SILVA, E. V. (2019). “Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no médio curso do Rio Ceará”. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.1, p.252-261, 2019.