

## NOVAS TENDÊNCIAS NA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA COSTEIRA DO RIO SAPUCAIA - JAPARATUBA-PIRAMBU, SE

Mare de Souza Alves, N. (UFS) ; Barbosa da Silva, D. (UFS) ; Marccone dos Santos, L. (UFS) ; Silva Leite, L. (UFS)

### RESUMO

A bacia hidrográfica é um sistema natural dinâmico. As interações entre os elementos biofísicos e intervenções antropogênicas, definem seu funcionamento. Este trabalho tem como objetivo analisar as implicações na vulnerabilidade ambiental da bacia costeira do rio Sapucaia, em razão dos atuais tipos de uso. Baseia-se na análise sistêmica e na proposta de Crepani et al., (2001). Como procedimentos destacam-se - a elaboração de mapas temáticos com uso de SIGs - e a realização de trabalhos de campo. Constatou-se que em aproximadamente quinze anos, novos tipos de uso surgiram e ameaçam o equilíbrio dinâmico da bacia hidrográfica, com tendência a ampliar a vulnerabilidade ambiental - barramento de canais fluviais para aquicultura, loteamentos em áreas com vegetação de restinga e requalificação da principal via de acesso - SE-100. Assim, urge a necessidade de um planejamento ambiental que avalie as consequências dos tipos de usos atuais como forma de mitigar os impactos ambientais.

### PALAVRAS CHAVES

*Vulnerabilidade ambiental; Uso e ocupação; Bacia Hidrográfica; Rio Sapucaia; Impactos ambientais*

### ABSTRACT

The hydrographic basin is a natural system. Interactions between biophysical elements and anthropogenic interventions define dynamic functioning. This work aims to analyze the new trends in the environmental vulnerability of the coastal basin of the Sapucaia river, due to the new types of use. It is based on the systemic analysis and on the proposal of Crepani et al., (2001). As procedures stand out - the preparation of thematic maps using GIS - and carrying out field work. It was found that in approximately fifteen years, new types of use have emerged and threaten the dynamic balance of the watershed, with a tendency to increase environmental vulnerability - damming river channels for aquaculture, subdivisions in areas with restinga vegetation and requalification of the main road access - SE-100. Thus, there is an urgent need for environmental planning that assesses the consequences of the types of current uses as a way of mitigating environmental impacts.

### INTRODUÇÃO

Os estudos ambientais no âmbito da geografia têm sido direcionados para melhor conhecimento da capacidade de suporte das unidades de paisagem de determinada área. Desse modo, foram desenvolvidas metodologias que permitem a avaliação do estado dessas unidades. Dentre as mais aplicadas destacam-se a de Crepani et al. (1996, 2001) com foco na elaboração de mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo, e a de Ross (2011), que propõe uma análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados. Ambas foram desenvolvidas a partir dos princípios da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1973), sintetizados por Tricart (1977) na proposta teórico-metodológica da Ecodinâmica. Estas metodologias têm sido aplicadas a diferentes recortes espaciais - bacias hidrográficas, municípios e regiões, o que levou a uma série de adaptações, pela necessidade de ajustar a escala de análise. Os produtos cartográficos gerados pela aplicação das metodologias supracitadas, possibilitam analisar de modo integrado os principais condicionantes da paisagem - geologia, pedologia, geomorfologia e uso e cobertura da terra. A geomorfologia se constitui no elemento essencial no âmbito das bacias hidrográficas, uma vez que as características da topografia se constituem um fator hidrológico importante na dinâmica do escoamento fluvial, e conseqüentemente, na atuação dos processos de erosão e de sedimentação. Na atualidade, a ação humana é reconhecida como fator morfogenético, devido a sua capacidade de potencializar a atuação dos processos morfodinâmicos, contribuindo para modificar e/ou acelerar da evolução das

feições que compõem o relevo. As intervenções antropogênicas estão atreladas principalmente ao uso e ocupação da terra. De acordo com Aquino; Paletta e Almeida (2017) o grau de vulnerabilidade ambiental de determinado sistema depende diretamente das características e magnitudes de interações entre os condicionantes naturais ou entre estes e o fator antrópico, e a sua capacidade de adaptação às alterações ao qual está exposto. Os autores salientam que as baixas planícies são áreas sujeitas a impactos. O objetivo desse trabalho é analisar a vulnerabilidade ambiental da bacia costeira do rio Sapucaia, em virtude de novos tipos de uso e ocupação da terra, decorrente da orientação econômica atual para os municípios do litoral norte de Sergipe.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A análise sistêmica foi o método adotado aos estudos relativos a essa pesquisa, tendo em vista que proporciona a compreender a complexa dinâmica que se estabelece entre os elementos naturais e o componente antrópico atuantes em uma bacia hidrográfica. Foram analisados os produtos cartográficos de Alves (2010), que apresenta um diagnóstico ambiental com a avaliação da vulnerabilidade para os municípios do litoral norte de Sergipe, por abranger a maior parte da área da BCRS. A partir dessa análise, foram revisados os mapas de vulnerabilidade dos temas - geologia, geomorfologia, pedologia e uso e ocupação da terra, de Pirambu. Para a área da bacia situada no município de Japarutuba, foram buscados os dados disponibilizados no Atlas digital de recursos hídricos de Sergipe (SEMARH/SRH, 2017); mapa de Geologia e Recursos Minerais de Sergipe (TEIXEIRA et al., 2014), escala 1:250.000; mapa de solos do Projeto Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe (LOPES; OLIVEIRA NETO, 1999), folha Japarutuba, escala 1:100.000; as feições geomorfológicas foram identificadas preliminarmente na imagem de satélite do Google Earth Pro, tendo sido revisada durante os trabalhos de campo. Da mesma maneira que se realizou o mapeamento geomorfológico dessa área, se procedeu à identificação e mapeamento dos tipos de uso e ocupação da terra. Os produtos cartográficos analisados auxiliaram na confecção dos mapas temáticos. Em gabinete efetuou-se o processamento digital das informações por meio do programa QGIS versão 3.28.6 Firenze. Na construção do mapa de Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Costeira do Rio Sapucaia nos Municípios de Pirambu e Japarutuba Estado de Sergipe, 2023, utilizou-se como base o mapa “Vulnerabilidade Ambiental dos municípios Costeiros do Litoral Norte Barra dos Coqueiros, Pirambu, Pacatuba e Brejo Grande Estado de Sergipe, 2009” de Alves (2010). Primeiro, houve o georreferenciamento do mapa em ambiente SIG, em seguida foi feito um recorte da área correspondente à bacia do Rio Sapucaia. Entretanto, em razão da área recortada não abranger toda a bacia de estudo, para tanto, foi necessário caracterizar a vulnerabilidade da porção norte da bacia. Para a ampliação do mapa de vulnerabilidade e inserção da área da BCRS situada no município de Japarutuba, recorreu-se aos mesmos critérios utilizados por Alves (2010) na avaliação da vulnerabilidade dos temas supracitados no território de Pirambu. Desse modo, foram adotados os seguintes critérios na avaliação: geologia - grau de coesão das rochas; geomorfologia - feições do modelado; declividade e processos morfogenéticos; pedologia - textura do solo; uso e cobertura do solo - grau de proteção da cobertura vegetal. Na elaboração dos mapas de vulnerabilidade aplicou-se a escala de valores de 1,0 a 3,0, onde a maior estabilidade corresponde aos valores próximos ou igual a 1,0 e maior vulnerabilidade aqueles próximos ou igual a 3,0. A equação empírica de Crepani et al (2001) foi aplicada:  $V = (G+R+S+Vg+C) / 5$  Onde: V = Vulnerabilidade G = vulnerabilidade para o tema Geologia R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia S = vulnerabilidade para o tema Solos Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação C = vulnerabilidade para o tema Clima Para o tema clima, considerou-se os dados do balanço hídrico de Japarutuba - tipo megatérmico subúmido, com temperatura média anual de 25,3 °C, e precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.460 mm, com chuvas concentradas no período outono-inverno (ALVES, 2010). Foram realizadas três campanhas de campo à área da BCRS, tendo em vista que devido às melhorias de acessibilidade aos municípios sergipanos do litoral norte, está se verificando crescente expansão imobiliária e de atividades aquícolas - instalação de viveiros de carcinicultura e/ou piscicultura.

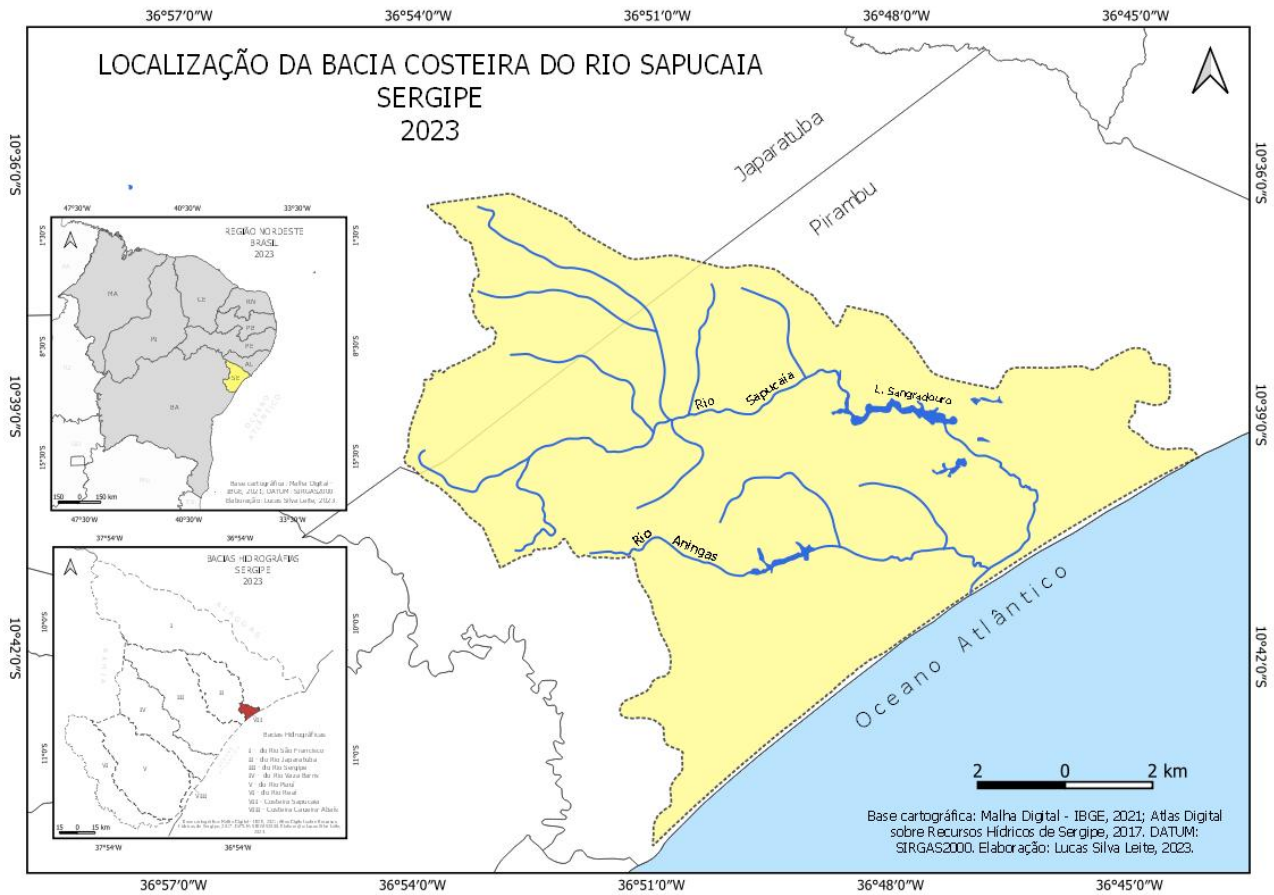
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Área de estudo: O recorte espacial desse estudo corresponde a Bacia Costeira do Rio Sapucaia (BCRS), com 118,34 km<sup>2</sup> (SEDURBS/SERHMA, 2022). Ela compreende a rede de drenagem das bacias

dos rios Aningas e Sapucaia, cujas nascentes encontram-se respectivamente nos municípios de Pirambu e Japarutuba, além de um conjunto de lagoas costeiras. Pirambu apresenta a maior área drenada (Figura 1). Esta bacia passou a ser uma unidade de planejamento recentemente, a partir de estudos realizados em 2010, para o Plano estadual de Recursos Hídricos do estado de Sergipe, por causa da importância para a população local e por reconhecerem-na como uma unidade de paisagem ambientalmente frágil, que vem sofrendo pressões por ação antrópica nos últimos anos. A BCRS é uma bacia exorreica, cujas desembocaduras dos rios Aningas e Sapucaia sofrem influência dos processos costeiros, responsáveis por suas constantes migrações. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Costeira do Rio Sapucaia: Os estudos realizados na área integral da BCRS contribuíram para compreender a inter-relação entre os subsistemas – clima, geologia, geomorfologia, pedologia e uso e ocupação – que definem o sistema ambiental da bacia hidrográfica em análise. As unidades geomorfológicas – Tabuleiros Costeiros e Planície Costeira são formados por feições com distintas classes de declividade. Nos topos, bordos e terço superior das vertentes das morfologias tabulares predominam, respectivamente: relevo plano (0%-3%), relevo forte ondulado (45%-75%) e ondulado (20%-45%). Nas feições da Planície Costeira – terraços marinhos, planície fluviolagunar e fluvial, situam-se na classe plano (0-3%), e as dunas costeiras apresentam enquadram-se na categoria de suave ondulado (8%-20%). Considerando a topografia, as feições do modelado com maior declividade são dos Tabuleiros Costeiros, caracterizadas pelo Grupo Barreiras, Argissolo Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo, e atividades da agropecuária – cocoicultura nos topos e pastagem nas vertentes, que são mais propícias a apresentarem atuação de processos morfodinâmicos como – movimentos de massa, escoamento superficial concentrado e ravinamento. Nos topos, a infiltração é dominante em razão da ocorrência frequente de espriamentos arenosos. Nessa unidade geomorfológica as classes de Vulnerabilidade Ambiental prevaletentes são: baixa e média, excetuando-se os bordos e terço superior das vertentes que se enquadram na classe alta (Figura 2). As feições de menor declividade e altimetria compõem a Planície Costeira, estando sujeitas à dinâmica das ondas, correntes de deriva litorânea e ação eólica, ou correspondem às planícies de inundação dos rios Aningas e Sapucaia, submetidas às variações periódicas do débito, com ocorrência eventual de enchentes. Esse conjunto de morfologias são compostas por depósitos recentes do Quaternário e apresentam Neossolos Quartzarênicos – e Gleissolos. As planícies fluviolagunares e de inundação, no período de menores índices pluviométricos, são ocupadas por pastagem nativa, utilizadas na pecuária extensiva – gado bovino para corte. A piscicultura é o tipo de uso que está se expandindo na área, e os proprietários das fazendas revelam a intenção de implantar viveiros para criação de camarão, ampliando a atividade da carcinicultura que já está presente no sistema fluviolagunar do rio São Francisco. O modelado costeiro e fluvial são os que se enquadram nas classes de alta e muito alta vulnerabilidade ambiental, tanto em vista a ação dinâmica dos processos naturais em interação com as intervenções antrópicas (Figura 2). A vegetação característica dos Tabuleiros Costeiros é a Floresta Estacional Semidecidual, que apresenta apenas alguns fragmentos, resultante do desmatamento para a implantação das atividades agropecuárias. As dunas continentais sobre os topos tabuliformes e os espriamentos arenosos colonizados por Restinga arbóreo- arbustiva e Cerrado estão sendo suprimidas para dar lugar a empreendimentos imobiliários, tal como já ocorre no município de Barra dos Coqueiros. Os canais fluviais dos rios principais que compõem a BCRS apresentam acentuado processo de assoreamento consequente da natureza da geologia e da sazonalidade climática em interação com os tipos de uso da terra. Os estudos desenvolvidos por Alves (2010) destacam o estado das unidades de paisagem dos municípios do litoral norte de Sergipe. Nesse estudo, não foi abordada a vulnerabilidade ambiental especificamente para a Bacia Costeira do Rio Sapucaia. O contexto geográfico da época permitiu estabelecer uma comparação com esse estudo e o atual mapeamento realizado, embora não apresente muita diferença em razão da escala cartográfica, os tipos de uso e ocupação e a atuação dos processos morfodinâmicos constatados em campo, tornam evidentes que as novas orientações econômicas para a área apontam para acentuar a vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica. Tradicionalmente, essa área era ocupada por atividades agropecuárias, em particular pela cocoicultura e pecuária extensiva bovina. Nos dias atuais, os municípios do litoral norte de Sergipe estão sendo conduzidos para o desenvolvimento do turismo e da aqüicultura, em particular por causa das melhorias na acessibilidade com a construção da ponte Construtor João Alves, que faz a ligação entre Aracaju e o litoral norte, e, a beleza cênica da área composta por

campos dunares, lagoas costeira e praias. Esses atrativos estão contribuindo para atrair investimentos para os setores turístico e imobiliário.

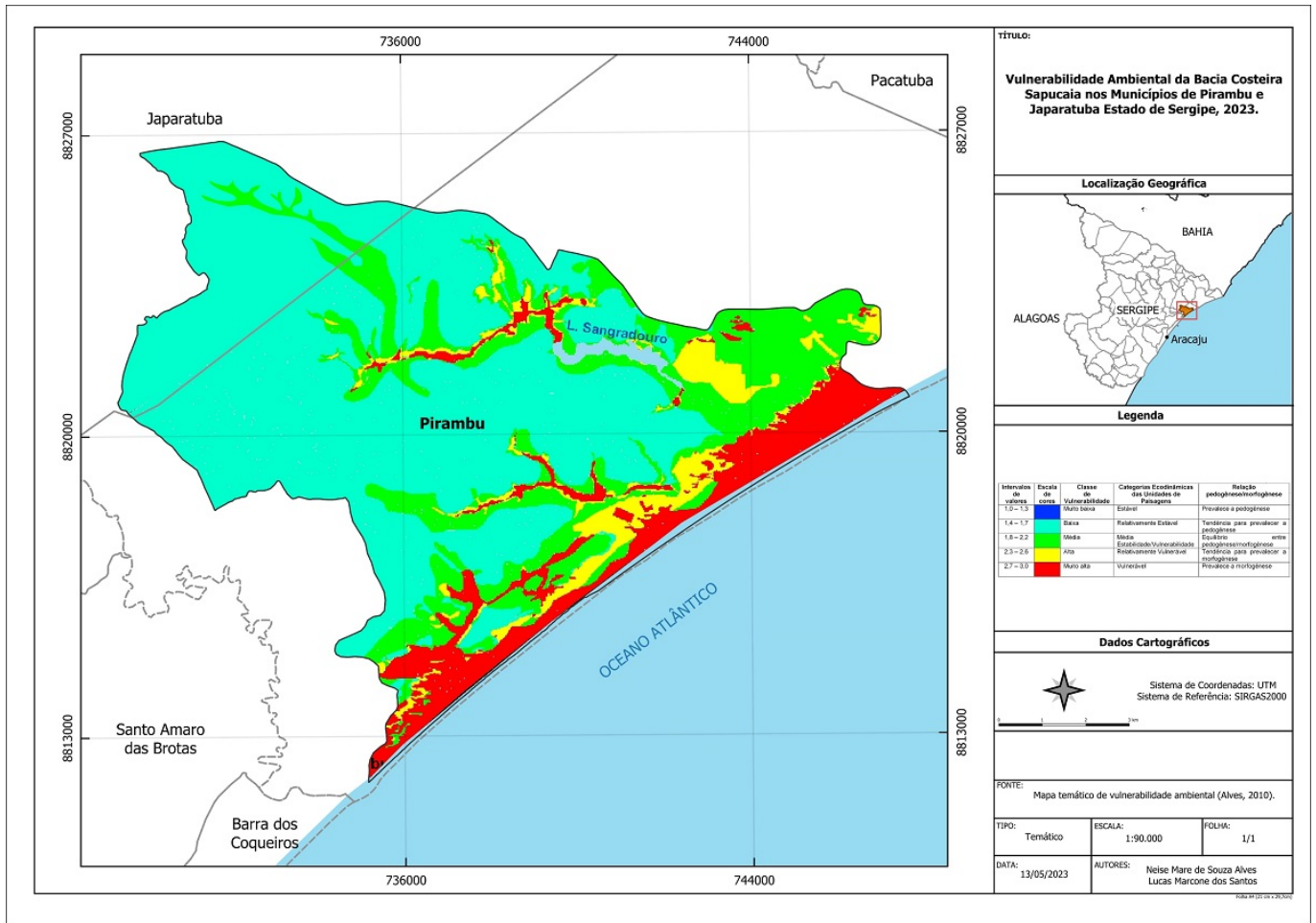
Figura 1.



Localização da Bacia Costeira do Rio Sapucaia (BCRS).

Figura 2.





*Vulnerabilidade ambiental da Bacia Costeira Sapucaia, municípios de Japarutuba e Pirambu-SE.*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada na área da BCRS revelou que esse sistema natural apresenta uma dinâmica complexa, visto que é uma bacia hidrográfica exorreica, naturalmente submetida à ação dinâmica dos processos costeiros, que se conjuga com os processos fluviais e intervenções antrópicas representadas pelos tipos de uso e ocupação da terra. A proposta de Crepani et al. (2001) tornou compreensível, a partir da representação cartográfica, como se desenvolve a inter-relação dos elementos naturais com o fator antrópico. Por sua vez, os trabalhos de campo foram essenciais tanto para a identificação dos novos usos presentes na área e como estes usos estão implicando em modificações nas feições do relevo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALVES, N. M. S. Análise geoambiental e socioeconômica dos municípios costeiros do litoral norte do estado de Sergipe - diagnóstico como subsídio ao ordenamento e gestão do território. Tese (Doutorado em Geografia) - Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010, 348p. 2v.
- AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. (Orgs.). Risco Ambiental. São Paulo: Edgard Blucher, 2017. 135 p.
- BERTALANFFY, L. V. Teoria geral dos sistemas. Petrópolis: Vozes, 1977.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. (INPE 8454-RPQ/722).

- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; L.G.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento Ecológico- Econômico. São José dos Campos. INPE, maio de 1996, 18p. (INPE6145-PUD/028).
- LOPES, O. F.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Levantamento de reconhecimento da média intensidade dos solos da região dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea do Estado de Sergipe. Japaratuba: SC.24-Z-B-V. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 1999. 1mapa color. Escala 1:100.000
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. Revista Do Departamento De Geografia, 8, 63-74, 2011. DOI:10.7154/RDG.1994.0008.0006
- SEDURBS/SERHMA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade - SEDURBS/ Superintendência Especial de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SERHMA. Relatório - Situação sobre os recursos hídricos de Sergipe. RECHIDSE, 2022. Disponível em: <https://www.rechidse.com/c%C3%B3pia-aqu%C3%ADferos-1>
- SEMARH/SRH. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe - SEMARH/ Superintendência dos Recursos Hídricos - SRH. Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe, 2017.
- TEIXEIRA, L. R.; LIMA, E. S.; NEVES, J. P.; SANTOS, R. A.; SANTIAGO, R. C.; MELO, R. C. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Salvador, CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2014. Escala 1:250.000.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 91 p.