

# **APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA – SE**

Iuri Oliveira dos Santos <sup>1</sup>  
Laís Hora Menezes <sup>2</sup>  
Anézia Maria Fonsêca Barbosa <sup>3</sup>  
Ronaldo Missura <sup>4</sup>

## **INTRODUÇÃO**

A complexa relação entre a sociedade e a natureza vem causando impactos em diferentes níveis no meio natural, principalmente decorrente dos múltiplos e insustentáveis usos e ocupações do planeta. Essa relação de desequilíbrio resulta no aumento da poluição, perda de biodiversidade, aumento da erosão do solo, desmatamento, fragmentação de áreas florestadas e contaminação de corpos hídricos, impactando consequentemente a qualidade de vida das comunidades, especialmente as mais vulneráveis.

As bacias hidrográficas têm sido cada vez mais utilizadas como unidades de gestão da paisagem no planejamento ambiental (Martins; Freitas, 2014). Neste sentido, Silva e Carvalho (2024) afirmam que a bacia hidrográfica é considerada por diversos pesquisadores como a unidade mais adequada para estudos dos recursos hídricos, além de ser a principal unidade para o planejamento ambiental. Entretanto, no contexto regional, ainda não é possível sentir na prática o uso das bacias hidrográficas sergipanas sendo utilizadas para o planejamento dos recursos hídricos do estado.

Diante desse contexto, as ferramentas tecnológicas para mapeamento se apresentam como uma possibilidade de identificar os impactos causados pela sociedade, em especial em áreas de bacias hidrográficas. O uso de geotecnologias permite que sejam feitas análises integradas do ambiente, onde os estudos espaciais permitem identificar eventos e fenômenos que, de outra forma, seriam invisíveis (Santos; Silva; Zebende, 2023). Diante do exposto, faz-

---

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-graduação de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe - UFS, iuriooolv@gmail.com;

<sup>2</sup> Graduanda pelo Curso de Geografia licenciatura da Universidade Federal de Sergipe - UFS, laishoramenezes@gmail.com;

<sup>3</sup> Professora do CODAP/PRODEMA da Universidade Federal de Sergipe - UFS, aneziamaria@academico.ufs.com;

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Federal de Sergipe - UFS, ronaldomissura@gmail.com.

se necessário pesquisas que demonstrem os impactos antropogênicos sobre esses ambientes, permitindo orientar e/ou mitigar os impactos causados.

Nesse cenário, as geotecnologias auxiliam na obtenção de dados e informações que corroboram nos estudos científicos, bem como as atividades de planejamento de políticas públicas e planejamento urbano e ambiental nas bacias hidrográficas.

Nesse contexto, metodologias e técnicas de quantificação são ferramentas importantes para geração e obtenção de dados a partir da análise de produtos de sensoriamento remoto como as imagens de satélite (Sentinel-2) que foram usadas pelo projeto MapBiomas para o mapeamento de uso de cobertura do solo, com resolução de 10m para o território brasileiro, que foi neste trabalho utilizado como fonte para o cálculo de transformações antrópicas na paisagem geográfica, a partir do uso do Índice de Transformação Antrópica.

Segundo Gouveia, Galvanin e Neves (2013), o Índice de Transformação Antrópica–ITA, foi proposto inicialmente por Lèmechev e posteriormente modificado por Mateo Rodriguez (1984), Vicens (1997) e Teixeira (2003), visando quantificar o grau de modificação da paisagem considerando a variável de uso da terra.

O ITA permite observar o estado de alteração antrópica de uma determinada paisagem a partir das intervenções que a atividade humana exerce no espaço geográfico, através dos diferentes usos aplicados pelas atividades econômicas. Ainda permite classificar o grau de degradação que esta paisagem sofreu, relacionando a área e o tipo de atividade econômica presente.

Sobre a paisagem, Bertrand (2004), trata o conceito como uma determinada porção do espaço geográfico, resultado da dinâmica de interação entre os elementos biológicos, físicos e antrópicos. No contexto de bacias hidrográficas, Christofolletti (1980) relata que todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. Conseqüentemente, impactando o uso e cobertura da terra.

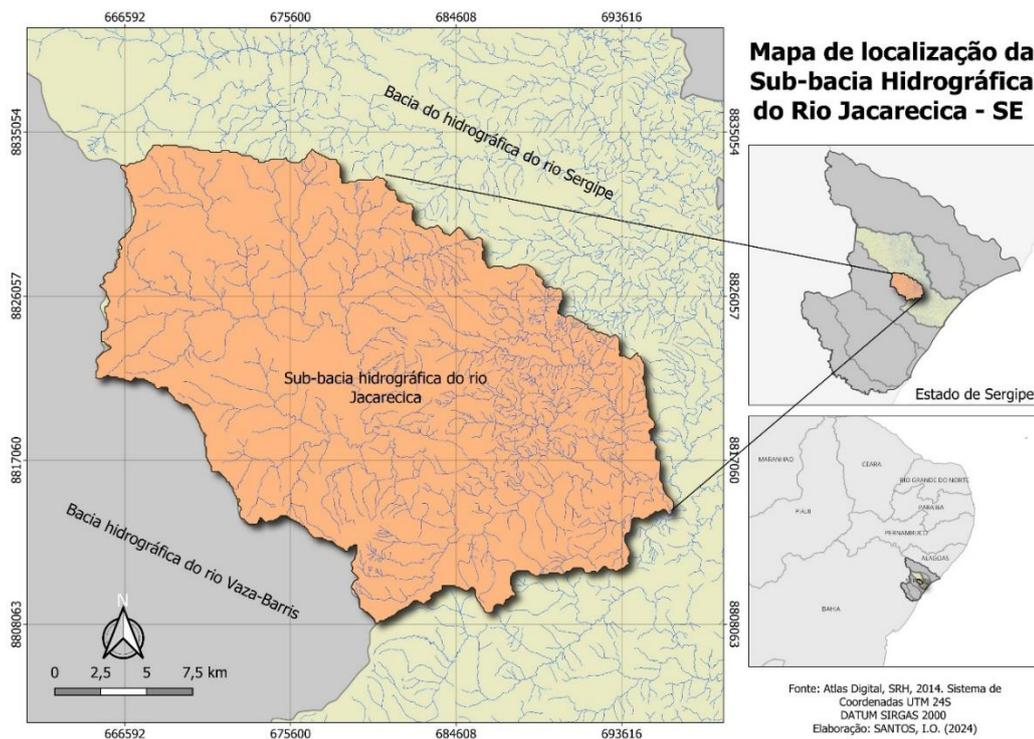
Nessa perspectiva, o trabalho teve como objetivo quantificar a transformação do uso e cobertura da terra na sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica (figura 1), ocorrida no período de 2016 a 2022. Para tanto, foi avaliado o grau de antropização por meio do ITA. Este estudo se justificou pela importância que a sub-bacia apresenta para os municípios que recebem sua drenagem.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Área de Estudo*

A sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica, está localizada na Região Centro-Oeste do Estado de Sergipe, apresentando uma área aproximada de 507,29 km<sup>2</sup>, situada entre 10°32'06" a 10°46'02" S e 37°11'03" e 37°28'06" W, englobando os municípios de Ribeirópolis, Moita Bonita, Malhador, Areia Branca, Itabaiana, Santa Rosa de Lima e Riachuelo.

**Figura 1 - Mapa de Localização da Sub-bacia hidrográfica do Rio Jacarecica -SE**



Fonte: os autores.

Segundo Santos e Pinto (2020, p. 91). “A sub-bacia apresenta um clima caracterizado como seco ou subúmido, com chuvas irregulares ao longo do ano, mas com padrão médio definido de chuvas mais significativas no período de abril a agosto”. Ainda sobre as condições climáticas da região, os autores afirmam que os recursos hídricos são escassos e agravados pela ação humana, exigindo a implementação de medidas que assegurem o abastecimento durante a maior parte do ano (Santos; Pinto, 2020).

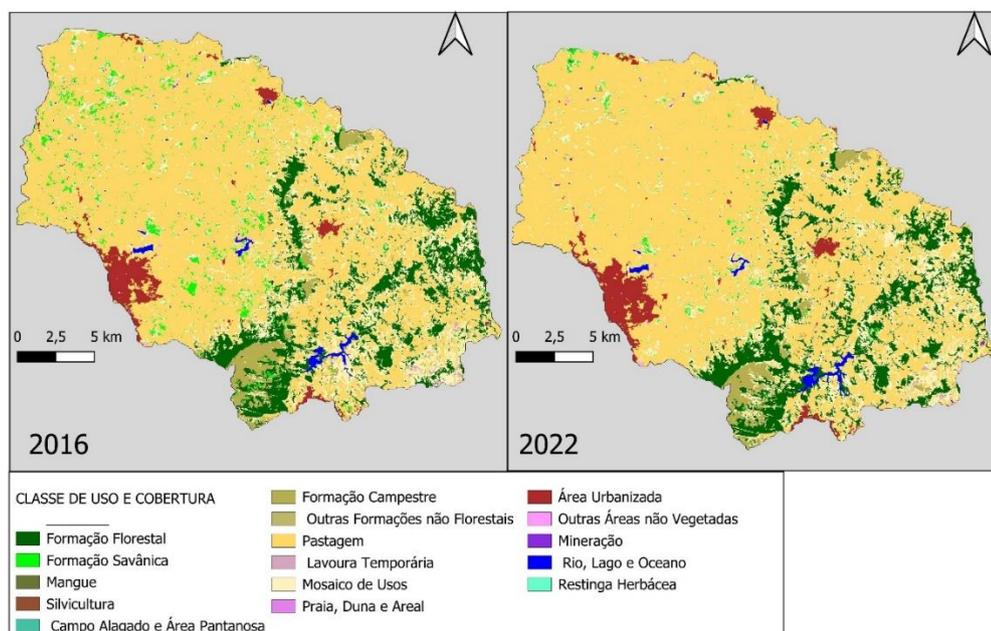
### *Procedimentos Metodológicos*

Para a realização desta pesquisa, foi necessário delimitar a sub-bacia do rio Jacarecica. A delimitação foi realizada com o software QGIS na versão 3.28.15 (Firenze) da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU), utilizando a base cartográfica disponibilizada pelo Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEPLAN/SRH, 2014).

Delimitada a bacia hidrográfica, utilizou-se do mapeamento BETA de uso e cobertura do solo implementado pelo projeto MapBiomas utilizando imagens de satélite sentinel-2 com resolução de 10m, nas quais foram mapeadas para o período de 2016 a 2022. Apesar de ser um mapeamento teste os resultados apresentados com resolução de 10m permitem obter um detalhamento maior das ações antrópicas na paisagem geográfica, deste modo, obteve-se o mapeamento realizado nos anos de 2016 a 2022, que foram recortados para a área da bacia, e quantificadas as classes, áreas e porcentagens de usos e coberturas, para posterior verificação das modificações antrópicas ocorridas no período analisado. A Figura 2 apresenta os mapas de uso da terra dos dois anos supracitados.

**Figura 2** - Mapa de uso e cobertura da terra dos anos de 2016 e 2022

MAPA COMPARATIVO DE USO E COBERTURA DA TERRA, PARA A BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA-SE 2016-2022



Fonte: Mapbiomas (2022); os autores.

O ITA é calculado com base nas classes do mapa de uso e cobertura da terra, considerando o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, conforme a equação:

$$ITA = \sum \frac{(\%USO \times PESO)}{100}$$

Em que: USO: refere-se a área em valores percentuais da classe de cobertura e uso da terra; PESO: Peso dado aos diferenciados tipos de cobertura e uso quanto ao grau de alteração antrópica. Cruz (1998), classifica os resultados do ITA em: pouco degradada (0 - 2,5), degradação regular (2,5 - 5), degradada (5 - 7,5) e muito degradada (7,5 - 10). O ITA foi calculado apenas para a área da sub-bacia do rio Jacarecica. Para os PESOS atribuídos aos tipos de coberturas ITA segue os valores da tabela abaixo.

**Tabela 1 - Pesos do ITA**

TIPO DE USO E COBERTURA	PESO DO ITA
Formação Florestal	1
Formação Savânica	2
Campo Alagado e Área Pantanosa	2
Formação Campestre	2
Pastagem	8
Lavoura Temporária	8
Mosaico de Usos	7
Área Urbanizada	9,5
Outras Áreas não vegetadas	8
Mineração	10
Rio, Lago e Oceano	1

**Fonte:** os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta as categorias de uso e cobertura para os anos de 2016 e 2022 respequitivamente.

**Tabela 2 –** Tipos de uso e cobertura da terra  áreas naturais  áreas antropizadas.

TIPO DE USO	2016		2022	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Formação Florestal	54,385778	10,72605945	57,276262	11,29612582
Formação Savânica	15,076049	2,973325081	5,066481	0,999220355
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,008299	0,001636743	0,01074	0,002118162
Formação Campestre	17,971779	3,544426079	14,195406	2,799643109
Pastagem	325,134205	64,12354367	335,183876	66,10555758
Lavoura Temporária	0,873465	0,172266314	0,526757	0,103887948
Mosaico de Usos	76,622481	15,11162139	73,826979	14,56028753

Área Urbanizada	13,325488	2,628076341	16,747296	3,302931374
Outras Áreas não Vegetadas	0,591875	0,116730636	1,006003	0,198405693
Mineração	0,01699	0,003350798	0,060051	0,011843365
Rio, Lago e Oceano	3,037005	0,598963504	3,143564	0,619979259
Total	507,043414	100	507,043415	100

Fonte: os autores.

Analisando a Tabela 2, verifica-se entre 2016 e 2022, ocorreram mudanças significativas nas áreas de diferentes formações e usos do solo. Nota-se que houve um aumento na área de Formação Florestal, passando de 54,39 km<sup>2</sup> em 2016 para 57,28 km<sup>2</sup> em 2022, correspondendo a um aumento percentual de 10,73% para 11,30%. Por outro lado, a Formação Savânica apresentou uma redução significativa, diminuindo de 15,08 km<sup>2</sup> para 5,07 km<sup>2</sup>, com a porcentagem caindo de 2,97% para 1,00%. A Formação Campestre também diminuiu de 17,97 km<sup>2</sup> para 14,19 km<sup>2</sup>, com uma queda na porcentagem de 3,54% para 2,79%. A área de Pastagem, que constitui a maior parte da sub-bacia, aumentou de 325,13 km<sup>2</sup> para 335,18 km<sup>2</sup>, com a porcentagem subindo de 64,12% para 66,11%. A área urbanizada expandiu-se de 13,32 km<sup>2</sup> para 16,74 km<sup>2</sup>, com a porcentagem aumentando de 2,62% para 3,30%. Outros aumentos menores foram observados nas áreas de Campo Alagado e Área Pantanosa, Mineração, Rio, Lago e Oceano, e Outras Áreas não Vegetadas. Em contrapartida, a área de Lavoura Temporária e o Mosaico de Usos apresentaram reduções, passando de 0,87 km<sup>2</sup> para 0,52 km<sup>2</sup> e de 76,62 km<sup>2</sup> para 73,82 km<sup>2</sup>, respectivamente.

Totalizando as classes de uso da terra em "natural" em 2016 correspondia a 17% do total da bacia, já em 2022 corresponde a 15%, uma redução de 2% para o período. A classe "antropizado" em 2016 era de 83% crescendo para 85% em 2022. A classe "natural" diminuiu cerca de 11,1%, de sua área total em 2016, possivelmente devido ao desmatamento ou mudanças na vegetação natural, enquanto a classe "antropizado" aumentou cerca de 2,6%, indicando maior intervenção humana, principalmente devido ao cultivo de milho e outras atividades agrícolas. A tabela 3 apresenta os valores do ITA nos períodos supracitados

**Tabela 3** – Valores do ITA

CLASSE DE USO DA TERRA	ITA 2016	ITA 2022
Formação Florestal	0,107260594	0,112961258
Formação Savânica	0,059466502	0,019984407
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,000032	0,000042
Formação Campestre	0,070888522	0,055992862
Pastagem	5,129883494	5,288444606

Lavoura Temporária	0,013781305	0,008311036
Mosaico de Usos	1,057813497	1,019220127
Área Urbanizada	0,249667252	0,313778481
Outras Áreas não vegetadas	0,009338451	0,017856512
Mineração	0,00033508	0,001184336
Rio, Lago e Oceano	0,005989635	0,006199793
Total	6,77490596	6,843975782

Fonte: os autores.

O total do Índice de Transformação Antrópica (ITA) para a bacia aumentou de 6,77 em 2016 para 6,84 em 2022. Sendo classificada como degradada em ambos os períodos, indicando que a área estudada sofreu um alto grau de alteração devido às atividades humanas. Impactando significativamente a paisagem por fatores como agricultura intensiva, urbanização, dentre outras intervenções humanas.

É pertinente considerar as possíveis implicações ambientais associadas ao aumento do Índice de Transformação Antrópica. O aumento do ITA para a classe de urbanização sugere o crescimento da área urbanizada na sub-bacia, podendo levar a uma maior pressão sobre os recursos naturais e potencialmente a perda de habitats naturais, impactando a biodiversidade. Simultaneamente, a diminuição do ITA para a classe “Lavoura Temporária” e o aumento da classe “Pastagem” sugerem mudanças nas práticas agrícolas, revelando o avanço da pecuária na região. Além disso, a queda significativa do ITA para “Formação Savânica” pode indicar uma perda de biodiversidade nessa categoria de uso do solo. Para além notou-se um sutil crescimento da classe “mineração” indicando uma intensificação dessa atividade, que põe em risco a estabilidade do solo e a qualidade da água na sub-bacia.

Em síntese, estas são apenas algumas das possíveis situações ambientais representadas pelo aumento do ITA. É importante notar que o ITA é uma medida geral de transformação antrópica e pode não capturar todas as nuances das mudanças ambientais em uma bacia específica. Portanto, análises mais detalhadas seriam necessárias para entender completamente as implicações ambientais deste aumento do ITA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise multitemporal da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica, utilizando o Índice de Transformação Antrópica (ITA), foi possível identificar e quantificar as transformações ocorridas no uso e cobertura da terra entre os anos de 2016 e 2022. A

aplicação do ITA permitiu observar o estado de alteração antrópica da paisagem, classificando o grau de degradação sofrido pela sub-bacia.

Essas mudanças refletem a dinâmica de uso e ocupação do solo na região, evidenciando a pressão antrópica sobre os recursos naturais. A utilização de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e o mapeamento de uso e cobertura do solo, mostrou-se eficaz na identificação e quantificação dessas transformações, fornecendo dados importantes para o planejamento ambiental e a gestão sustentável da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica.

Portanto, estudos e monitoramentos são essenciais para acompanhar as mudanças na paisagem e orientar ações que minimizem os impactos negativos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Uso e Cobertura; Pressão; Indicadores.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global**. Esboço metodológico. R. RA'E GA, - UFPR, n.8. CURITIBA, 2004, p.141-152.

CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. D. A.; ARGENTO, M. S. F.; MAYR, L. M.; MENEZES, P. D. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 9, p. 99-109, 1998.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S.. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, v. 37, p. 1045-1054, 2013.

JESUS, J. S.; SANTOS, H. S. C.; ZEBENDE, G. F. Uso de geotecnologia no estudo de vazões na bacia hidrográfica do Rio Pojuca. **Sitientibus**, v. 1, n. 64, 2023. Disponível em: <https://ojs3.uefs.br/index.php/sitientibus/article/view/10340>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MARTINS, F.; FREITAS, A. R. Identificação das unidades de paisagem na bacia hidrográfica do arroio dos Pereiras, em Irati-Pr. **Perspectiva**, v. 38, 2014. Disponível em: [https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143\\_432.pdf](https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_432.pdf). Acesso em: 14 ago. 2024.

SANTOS, E. C. B.; PINTO, J. E. S. S. Espaço rural da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica: Algumas considerações. In: ALEXANDRE, C. et al. (org.). **Caracterização ambiental e hidrológica da bacia hidrográfica do rio jacarecica**. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2020. Disponível em: [https://www.poisson.com.br/livros/individuais/carac\\_hidrologica/rio\\_jacarecica\\_vol2.pdf#page=87](https://www.poisson.com.br/livros/individuais/carac_hidrologica/rio_jacarecica_vol2.pdf#page=87). Acesso em: 14 ago. 2024

SILVA, K. R. S.; CARVALHO, E. M. Vulnerabilidade natural à perda de solo na bacia hidrográfica do rio formoso, BONITO-MS. **Geoambiente On-line**, n. 48, 2024.