

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DE EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA MESORREGIÃO SUL CEARENSE 1990-2020

Joyce Ferreira Gomes¹

Juliana Maria Oliveira Silva²

Oswaldo Girão da Silva³

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso do sensoriamento remoto tem demonstrado resultados eficientes na coleta de dados, especialmente em estudos relacionados à dinâmica ambiental. Segundo Meneses e Almeida (2012), sensoriamento remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

O uso das terras contribuiu significativamente para a redução da cobertura vegetal, tornando-se um dos principais desafios ambientais atuais, em resposta a essa questão, diversas pesquisas foram direcionadas para promover uma utilização mais sustentável dos recursos naturais. Esse esforço tem sido amplamente apoiado pelos avanços tecnológicos no campo do geoprocessamento e sensoriamento remoto, que revolucionaram a obtenção e análise de informações sobre o meio ambiente. Conforme ressaltado por Sousa *et al* (2017), essas tecnologias oferecem uma nova perspectiva na gestão e conservação dos recursos naturais, permitindo diagnósticos mais precisos e a formulação de estratégias mais eficazes para os impactos ambientais.

A Mesorregião Sul Cearense (MSC) tem experimentado uma dinâmica de transformação ambiental significativa ao longo das últimas décadas, impulsionada principalmente por fatores antrópicos. Essas mudanças refletem uma exploração intensa

¹Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; Professora de Geografia da EEEP Alfredo Nunes de Melo – CREDE 16, joyce.mestrado@geografia@gmail.com.

²Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Ceará - UFC; Professora Adjunta K do curso de Geografia da Universidade Regional do Cariri – URCA, juliana.oliveira@urca.br.

³Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professor Associado, Classe D, Nível 4 da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, osvaldo.girao@ufpe.br.

sobre os recursos naturais, particularmente sobre o solo e a vegetação nativa, podemos destacar a expansão agrícola, o crescimento urbano e as práticas de uso da terra, muitas vezes insustentáveis, provocando alterações expressivas na paisagem da região estudada.

Até meados da década de 1970, o processo de uso e ocupação da terra nos sítios urbanos da MSC deu-se a partir da exploração de suas potencialidades naturais. No entanto, nos anos seguintes, com os investimentos capitalistas na agroindústria canieira e com o crescimento da especulação imobiliária, principalmente nos municípios da região do Cariri, as antigas áreas rurais transformaram-se em espaços urbanos, e conseqüentemente os elementos naturais da paisagem tornaram-se fatores secundários e susceptíveis a usos e exploração desordenada (RIBEIRO, 1997).

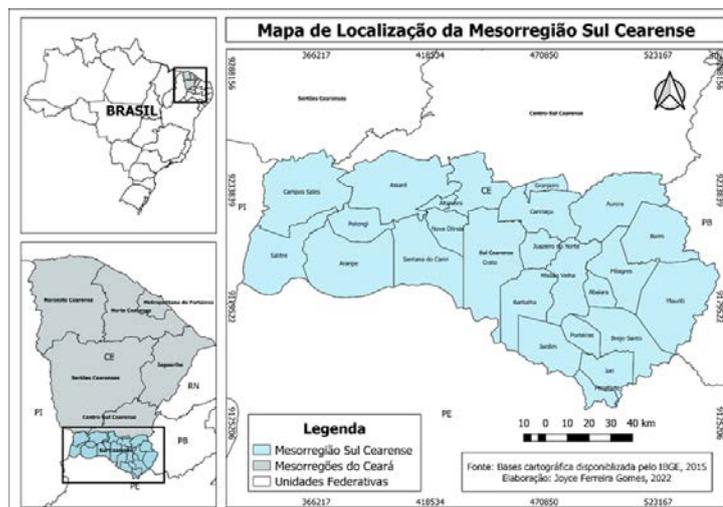
Dessa forma, essa pesquisa teve como objetivo analisar a evolução das formas de usos e cobertura da terra da Mesorregião Sul Cearense 1990-2020, a partir de técnicas de sensoriamento remoto.

METODOLOGIA

Localização da área de estudo

A Mesorregião Sul do Estado do Ceará ocupa uma área equivalente a 14.489 Km², correspondendo a 10% do território estadual, limitando-se ao sul com o Estado de Pernambuco, ao oeste com o Estado do Piauí e ao leste com Estado da Paraíba (Figura 01). Esta zona, segundo Cavalcanti (2009), representa um dos mais importantes setores do contexto geográfico, socioeconômico, paleontológico e cultural do estado do Ceará.

Figura 01 - Mapa de Localização da Mesorregião Sul Cearense.



Fonte: Gomes, 2022

Numa visão mais geral, ao sul cearense, de acordo com os levantamentos da FUNCEME (2018), são encontrados diversos tipos de vegetação, a do tipo Floresta Subperenifólia a Tropical Pluvio-Nebular (Mata Úmida) a qual se constitui por uma vegetação densa de porte alto que se desenvolvem em áreas de temperatura mais baixa. A Floresta subcaducifólia a Tropical Pluvial (Mata Seca) ocorre quando há uma perda parcial das folhas durante a estação seca e possuem formas menos densas. Inclui também a do tipo Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea), que se assemelha com a subcaducifólia no que se refere à perda da folhagem no período de seca. Outro tipo de unidade fitoecológicas é o Carrasco uma vegetação xerófila arbustiva densa alta, ainda pouco conhecida, que ocorre no domínio semiárido do nordeste do Brasil, sobre Areias Quartzosas distróficas profundas, entre 700 e 900 m de altitude, no planalto da Ibiapaba e chapada do Araripe (ARAÚJO *et al.*, 1999).

Especialmente também é encontrada a Caatinga Arbustiva Densa, tipo de vegetação que recobre a maior parte do semiárido nordestino. Possui maior número de árvores e um adensamento do estrato arbustivo, interrompido somente em locais onde há afloramento de rochas não decompostas. A vegetação do tipo Caatinga Hiperxerófila, de aspecto arbustivo, não são tão densas e perdem totalmente as folhas nos meses de estiagem. E por fim, a Caatinga Hipoxerófila, de formação lenhosa, presente em áreas de clima menos seco e mais densa que a caatinga hiperxerófila (FUNCEME, 2018).

Procedimentos metodológicos

Para a análise temporal da variação do uso e cobertura do terreno na área de estudo, foi realizada, primeiramente, uma revisão bibliográfica para fundamentar os aspectos da pesquisa. Foram consultados artigos científicos, trabalhos técnicos e relatórios, que foram desenvolvidos para um melhor embasamento teórico e para a compreensão da metodologia utilizada e dos resultados obtidos.

Foram utilizados dados da coleção 8.0 do Projeto MapBiomias - Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, que surgiu em 2015, com um termo de cooperação técnica com o Google Earth Engine, ampliando a capacidade de processamento e automatização das informações (MapBiomias, 2023).

Buscando atender os propósitos do MapBiomias, foi firmado um termo de cooperação técnica com o Google Earth Engine (GEE), onde a base da plataforma do google seria utilizada para desenvolver a iniciativa. O Google Earth Engine é uma plataforma que combina catálogos de diversos petabytes de imagens de satélites junto aos

conjuntos de dados geoespaciais permitindo análises em escala planetária, possibilitando assim detecção de mudanças, mapeamento de tendências e quantificação de diferenças que podem ocorrer na superfície da terra. A plataforma está disponível para uso comercial e pode ser utilizada também de forma gratuita para uso acadêmico e de pesquisa (Google Earth Engine, 2023).

Os produtos das coleções do MapBiomias são mapas de cobertura e uso da terra em formato matricial, com pixel de 30 metros, mosaicos de imagens de satélites para cada ano da série histórica de um local determinado, sendo que cada mosaico pode possuir até 105 camadas de informações com as bandas espectrais, frações e índices, podendo estes serem acessados diretamente no Google Earth Engine (MapBiomias, 2023). A Coleção 08 cobre o período de 1985 a 2022 e, neste estudo foi abordado a evolução do uso e cobertura da terra de 1990 e 2020.

As imagens da área de estudo foram adquiridas em formato GeoTiff, por meio da plataforma GEE, provenientes do mapeamento do MapBiomias para as datas especificadas. O próprio sistema de classificação do MapBiomias apresenta uma divisão de classes e paleta de cores das feições que foram mapeadas pelo programa. Na área de estudos foram encontradas 11 classes de uso e ocupação, Formação florestal, Formação satânica, Formação campestre, Pastagem, Mosaico de agricultura e pastagem, Área urbana, Outras áreas não vegetadas, Afloramento rochoso, Mineração, Corpos hídricos, e outras lavouras temporárias. Foi utilizado o software QGIS 3.16 para o cálculo das áreas das classes determinadas para a região delimitada pelo buffer, para a confecção dos mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre os impactos ambientais na área estudada, pode-se afirmar que os desmatamentos e as queimadas são identificados em quase toda a extensão da mesorregião, uma vez que a vegetação nativa é retirada para ser usada no consumo doméstico; como matriz energética (fabricação de carvão); uso industrial (indústria de gesso); nas cerâmicas (produção de tijolos e telhas), e para ocupação de terras destinadas à agropecuária e expansão urbana.

Na porção da Chapada do Araripe os desmatamentos e as queimadas provocaram problemas ambientais nas áreas de nascentes de rios, apesar de que, historicamente, essas áreas já eram ocupadas para fins de agro extrativismo e, em menor escala, para a agricultura de subsistência, mas que não causavam prejuízos ecológicos. Evidencia-se nas

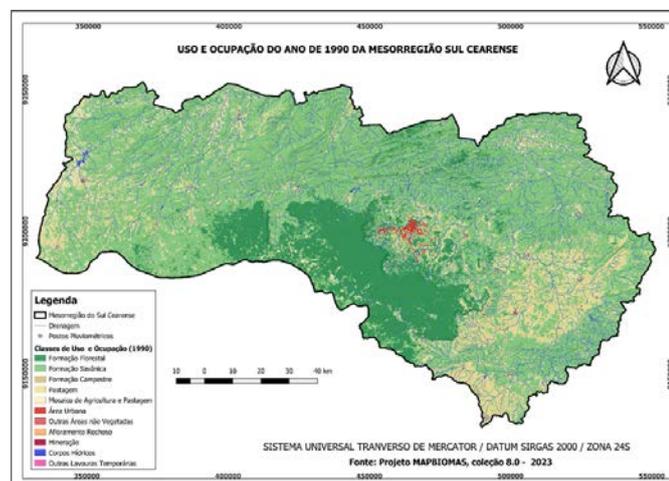
áreas agrícolas que a retirada da cobertura vegetal nativa provocou a compactação do solo, aumentando o escoamento superficial, e conseqüentemente dificultando a infiltração da água que alimenta os aquíferos da região.

Na encosta oriental da Chapada do Araripe, os desequilíbrios ambientais ocorrem principalmente, quando há eventos climáticos/pluviais intensos, tendo a chuva como elemento principal, associada à topografia, geologia, grau de intemperismo, solo e tipos de uso e ocupação da terra. Vale destacar que, até então, a área da cornija não era ocupada, devido ao seu grau de declividade na escarpa da Chapada do Araripe.

Em algumas áreas a vegetação natural como, por exemplo, o babaçu, a macaúba, entre outras, estão sendo substituídas por culturas de subsistência como feijão e milho, dentre outras, e também para a comercialização, como é o caso das plantações de bananeiras. Ademais, destacam-se ocupações irregulares de sítios, chácaras, loteamentos, residências, clubes recreativos e balneários que promovem a erradicação da cobertura vegetal natural.

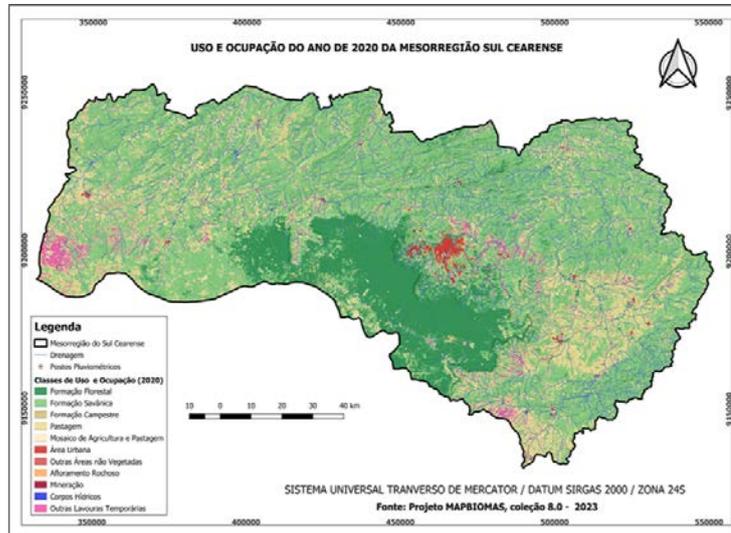
Nas figuras 02 e 03, destaca-se o processo de evolução dos tipos de uso e ocupação da Mesorregião Sul Cearense, e nele pode-se observar duas classes bem definidas: a pastagem em ambos os mapas é um uso predominante se destacando em quase toda área da MSC; a zona urbana, caracterizada pela predominância de comércios, indústrias e demais tipos de serviços a exemplo escolas, universidades, hospitais e equipamentos e áreas de lazer público e privado ou ocupações irregulares de sítios já mencionadas no parágrafo acima. Identificou-se também, o mosaico de agricultura, mineração, corpos hídricos, afloramento rochoso, área de solo exposto, o referido setor está relacionado às atividades de agro-extrativismo e agropecuária.

Figura 02 - Mapa de Uso e Ocupação do ano de 1990 da Mesorregião Sul Cearense



Fonte: MAPBIOMAS (2023). Elaboração: Gomes (2023).

Figura 03 - Mapa de Uso e Ocupação do ano de 2020 da Mesorregião Sul Cearense



Fonte: MAPBIOMAS (2023). Elaboração: Gomes (2023).

É possível observar nas figuras 02 e 03 que, de forma geral, os tipos de vegetação encontradas na área de estudo são a Formação Florestal, que compreende a área da Chapada do Araripe, localidade natural onde predominam árvores acima de 15 m, com dossel praticamente contínuo. A Formação Savânica compreende praticamente toda a área, com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato de gramíneas.

As duas classes, tanto a pastagem como a área urbana, cresceram bastante de 1990 para 2020, nos últimos anos a pastagem vem crescendo em altos níveis. No Brasil, as pastagens constituem-se como uma das principais e mais baratas fontes de alimentação dos rebanhos, em contrapartida as áreas de Florestas Savânicas estão diminuídas em larga escala. Nas áreas urbanas nota-se um grande avanço no ano de 2020, principalmente no chamado triângulo CRAJUBAR, composto pelos municípios do Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, influenciado por grandes áreas de loteamento, estando associada aos bairros em expansão. Em 2020 tem-se a intensificação da classe outras lavouras temporárias que seria o plantio de feijão, milho entre outros, são plantações de um determinado período do ano.

O progressivo aumento da ocupação residencial em bairros periféricos e favelas nos centros urbanos da MSC, sem a devida estruturação de equipamentos e serviços de saneamento básico, fazem com que a população se utilize de formas alternativas para se desvencilhar dos resíduos produzidos, jogando-os em terrenos baldios, nas margens e

leitos dos rios, nas estradas e/ou os queimem em locais impróprios, contaminando, assim, os solos e as águas superficiais e subsuperficiais. Esses impactos ambientais representam fatores determinantes para a ocorrência de enchentes e inundações em algumas áreas da mesorregião, principalmente no setor CRAJUBAR.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra a necessidade do gerenciamento das atividades ligadas a agropecuária, o acompanhamento nas alterações no uso e a ocupação do solo para proteger e restaurar a qualidade ambiental, posto que o empobrecimento do solo poderá agravar a situação de toda extensão da MSC. É evidente que o solo é um recurso essencial à vida; entretanto, é emergente sensibilizar toda sociedade para a importância de um manejo adequado quanto ao uso e ocupação do solo, visando a manutenção e cuidado de todas as suas funções.

As técnicas de sensoriamento configuram-se em importante ferramenta para o estudo e acompanhamento das mudanças ambientais, por meio dela, foi possível realizar uma análise da evolução do uso e cobertura da terra da área de estudo.

Nesse sentido, deve-se conduzir ações para uma real mudança de atitude frente aos recursos ambientais naturais. Isso indica que é fundamental o desenvolvimento de uma cultura de educação ambiental e de promoção adequada ao uso e manejo consciente do solo, visando o potencial de produção, sustentabilidade e impacto ambiental.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Recursos naturais. Uso e ocupação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. Ao Grupo de Pesquisa em Bacias Hidrográficas e Climatologia do Semiárido (Hidroclima/URCA) e ao Laboratório de Análise Geoambiental – LAGEO/URCA.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. S. de, MARTINS, F. R. e SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia** [online]. 1999, v. 59, n. 4 [Acessado 20 março 2022], pp. 663-678. Disponível

em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400015>>. Epub 05 Abr 2001. ISSN 0034-7108. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400015>.

CAVALCANTI, A. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, F. H. B. B.; OLIVEIRA, S. B. P.; TAVARES, S. C. C. de H.; CARVALHO, M. S. B. S.; SILVA, D. F.; SILVEIRA, H. L. F.; BARRETO, R. N. C. Potencial de terras para irrigação da mesorregião do sul cearense: para compatibilizar com a disponibilidade dos recursos hídricos. **Embrapa Solos**, Recife, 2009.

FUNCEME, **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Unidades Fitoecológicas. Fortaleza, 2018. Disponível em <http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/02/15-Mapa_CE_FItoecologico_A2.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.

GOOGLE EARTH ENGINE. (2023). Plataforma.

<https://earthengine.google.com/platform/>.

MAPBIOMAS. (2023). **Coleção v8.0 da série temporal de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil**. <http://mapbiomas.org>.

MENESES, P. R., ALMEIDA, T. (2012). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília. UnB-CNPq.

RIBEIRO, S. C. **Dinâmica da paisagem: relação entre os elementos naturais e o uso do solo no município do Crato/CE (1960-1997)**. Rio Grande do Norte: UFRN, 1997 (Especialização em Geografia do Nordeste).

SOUSA, R. F., FALCÃO, E. C., & COSTA, E. V. S. (2017). Metodologia para diagnóstico do uso e ocupação do solo utilizando geotecnologias. **Geoprocessamento aplicado contexto multidisciplinar**. P.11-32. João Pessoa-PB. IFP