

EVOLUÇÃO DA DINÂMICA DO USO DA TERRA ENTRE 1985 E 2021 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTI, CEARÁ E PIAUÍ¹

Karoline Veloso Ribeiro²
Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque³
Antônio Jeovah de Andrade Meireles⁴

RESUMO

As diversas formas de uso e ocupação do espaço geográfico tem provocado mudanças substanciais na paisagem. Neste sentido o propósito deste estudo foi avaliar as mudanças no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Poti, nos anos de 1985 e 2021, a fim de identificar os possíveis cenários de degradação ambiental, sendo crucial para entender a dinâmica ambiental. A área em análise compreende os estados do Ceará e do Piauí, abrangendo aproximadamente 51.812km². A pesquisa foi desenvolvida com base nas técnicas em geoprocessamento e sensoriamento remoto. Para a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra foram utilizados os dados disponíveis na plataforma do MapBiomias, cuja análise corroborou o avanço das áreas comprovadamente agrícolas, a destruição de setores com vegetação primária, o aumento da expansão urbana e do desmatamento, especialmente no Bioma Caatinga, sendo, em parte, responsáveis pela degradação ambiental que se materializou na BHRP.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Uso da terra, Geotecnologias.

RESUMEN

Las diversas formas de uso y ocupación del espacio geográfico han provocado cambios sustanciales en el paisaje. En este sentido, el propósito de este estudio fue evaluar los cambios en el uso y cobertura del suelo en la cuenca del río Poti, en los años 1985 y 2021, con el fin de identificar posibles escenarios de degradación ambiental, siendo crucial para comprender la dinámica ambiental. El área analizada comprende los estados de Ceará y Piauí, con una superficie aproximada de 51.812 km². La investigación se desarrolló con base en técnicas de geoprocésamiento y teledetección. Para la elaboración de los mapas de uso y cobertura del suelo se utilizaron los datos disponibles en la plataforma MapBiomias, cuyo análisis corroboró el avance de áreas agrícolas comprobadas, la destrucción de sectores con vegetación primaria, el aumento de la expansión urbana y la deforestación, especialmente en el Bioma Caatinga, siendo en parte responsable de la degradación ambiental que se materializó en el BHRP.

Palabras clave: Recursos hídricos, Uso del suelo, Geotecnologías.

INTRODUÇÃO

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), com concessão de Bolsa de Doutorado.

² Pós-graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC, karolveloso@alu.ufc.br;

³ Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, lindemberg@ufpi.edu.br;

⁴ Doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC, meireles@ufc.br;



Existe um amplo debate científico sobre a influência humana nos ambientes naturais e, especialmente, sobre as bacias hidrográficas em diversas escalas de análises. Sanderson et al. (2002) afirmam que o ser humano apropria-se de cerca de 40% da produtividade primária em matéria verde por ano. E cerca de 58% da superfície terrestre está sob pressão social moderada ou intensa (WILLIAMS et al., 2020).

Desta forma, torna-se fundamental os estudos sobre a mudança no uso e cobertura da terra como viés da pesquisa integrada natureza e sociedade. Diante disso, faz-se necessário discutir as diversas alterações decorrentes das atividades humanas e suas consequências para as bacias hidrográficas, visto que são reconhecidamente espaços de análise e planejamento ambiental, dada as suas características sistêmicas inerentes aos sistemas fluviais (PEREIRA; MORAIS, 2022).

Dentro desse cenário e em escala regional, encontra-se a Bacia Hidrográfica do Rio Poti (BHRP), a qual abrange os estados do Ceará e do Piauí. A delimitação natural apresenta diversas particularidades ambientais, uma vez que, particularmente, a BHRP está inserida em uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga, onde as transformações geoambientais foram decorrentes dos fenômenos naturais ou derivadas de ações humanas.

Neste sentido, o objetivo do estudo é avaliar as mudanças no uso e cobertura da terra da BHRP, nos anos de 1985 e 2021, a fim de identificar os possíveis cenários de degradação ambiental, sendo crucial para entender a dinâmica fluvial. E compreender se a exploração dos recursos é produtiva e organizada, pois o uso eficiente da terra influencia na conservação (BARBOSA et al., 2019) regional das bacias hidrográficas.

Destarte, a utilização de geotecnologias auxilia às demandas advindas de problemas ambientais e, particularmente, na gestão territorial, planejamento e supervisão. Uma ferramenta para otimizar diagnósticos e contribuir para o monitoramento (DIAS; MARTINS; BARROS, 2020). São relevantes para fornecer e sintetizar informações em qualquer estudo ambiental (SÁNCHEZ, 2013; SOBRAL et al., 2017).

Na busca de visualizar e analisar da maneira mais real possível as mudanças no uso e na cobertura da terra da BHRP, para os anos de 1985 a 2021 (36 anos), fez-se uso do banco de dados do projeto de mapeamento anual do MapBiomass (SOUZA et al., 2020), desenvolvido com a finalidade de produzir série histórica com mapas temáticos de uso e cobertura do solo para o território nacional.

METODOLOGIA



A pesquisa consistiu no levantamento bibliográfico do objeto investigado, aquisição de base de dados em órgãos e instituições oficiais, etapa crucial para compreender a realidade geoambiental da BHRP. Na etapa dos estudos preliminares foram consultados e analisados documentos técnicos disponíveis, além das bibliografias geral e específica, seleção e consulta de mapas, seguido de interpretação temática e, por fim, processamento digital de imagens utilizando as geotecnologias.

Para a confecção do mapa de uso e cobertura da terra fez-se uso dos dados disponibilizados na plataforma do MapBiomias (1985 e 2021). Foram utilizados os dados públicos disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2019). E utilizados para fundamentar as discussões relacionadas com os impactos ambientais, aspectos socioeconômicos e as ações e medidas a sustentabilidade socioambiental. O software utilizado foi o arcGis 10.5.

Contou ainda com uma variedade de técnicas que congregaram as atividades de gabinete e as etapas da pesquisa de campo, a fim de fornecer uma abundância de informações para a melhor obtenção e tratamento dos resultados para a qualidade cartográfica.

REFERENCIAL TEÓRICO

O uso das geotecnologias tem contribuído de forma relevante na realização de trabalhos acadêmicos na atualidade. Além de proporcionar rapidez e eficiência nas pesquisas, auxilia nos estudos de ordem socioespacial, fornecendo produtos capazes de subsidiar o planejamento e a gestão territorial (ALBUQUERQUE; MEDEIROS, 2017).

Vale salientar que a utilização de produtos do sensoriamento remoto, aliado às possibilidades de análise em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, além de auxiliar na caracterização do ambiente, constitui uma poderosa ferramenta para realizar análises de uso e cobertura da terra, possibilitando, assim, um prévio conhecimento e seu posterior planejamento (FREITAS et al., 2012).

Nesta perspectiva, Leite e Rosa (2012) reconhece a importância acerca do conhecimento e monitoramento das formas de uso e cobertura da terra como elemento primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências podem ser analisadas. Os autores ainda enfatizam que sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento, ao orientar à ocupação da paisagem, respeitando, por sua vez, a capacidade de suporte do ambiente, tendo em vista que a natureza é um todo integrado.



Assim, o conhecimento e o monitoramento das formas de uso da terra são primordiais para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que estas podem ser analisadas do ponto de vista têmporo-espacial.

Este monitoramento consiste não apenas em buscar o conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem, mas, também, auxilia na caracterização dos tipos de categorias de vegetação que reveste o solo, bem como as suas respectivas localizações (Rosa, 2007).

De acordo com Albuquerque e Souza (2016), o processo de ocupação de um território produz alterações na paisagem que precisam ser compreendidas sob a ótica da análise integrada do ambiente. Dessa forma, Souza (2000) corrobora que o estudo da natureza tem a preocupação de desvelar os mecanismos que regem o funcionamento do meio natural e como seus componentes interagem. Assim, a análise integrada da paisagem permite a agregação dos elementos do meio natural e o fator humano, percebendo-se que esta consiste em também verificar como se dá a própria organização espacial do estrato geográfico.

Sabe-se que a cobertura vegetal se apresenta como um fator importante na manutenção dos recursos naturais, pois, além de exercer papel essencial na manutenção do ciclo da água, protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade através da ação das raízes, bem como reduzindo o escoamento superficial e mantendo a umidade e a fertilidade no solo, pela presença de matéria orgânica (BELTRAME, 1994). Além disso, a vegetação propicia a conservação da biodiversidade, fornecendo abrigo, alimento e proteção à fauna nativa, entre outras funções ambientais (LEITE; ROSA, 2012).

No entanto, sabe-se que nas últimas décadas as modificações na paisagem têm sido constantes, tendo em vista os processos de urbanização, quando implementados de forma inadequada, bem como pela expansão das áreas agrícolas.

Com a redução da vegetação natural, causadas essencialmente pelas atividades antrópicas, diversas são as consequências não só para a qualidade de vida da população, como também na manutenção dos recursos hídricos e na conservação da biodiversidade, em virtude da intensa simbiose que há entre flora e fauna.

Diante desse cenário, a presença da vegetação é necessária para entender a dinâmica e funcionamento da natureza. Com isso, faz-se necessário um aprofundamento na investigação quanto à dinâmica da supressão vegetal associada às pressões antrópicas, a fim de assegurar o bem-estar das populações e o uso sustentável desses recursos (THIAGO; MAGALHÃES; SANTOS, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



No tocante ao uso e cobertura da terra, foram estimadas classes: o Natural e o Antrópico. E subdivididos em níveis, sendo eles: Natural – Floresta, Formação Natural não Florestal e Corpos D'água; Antrópico – Agropecuária e Área não Vegetada, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das classes de uso e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Poti.

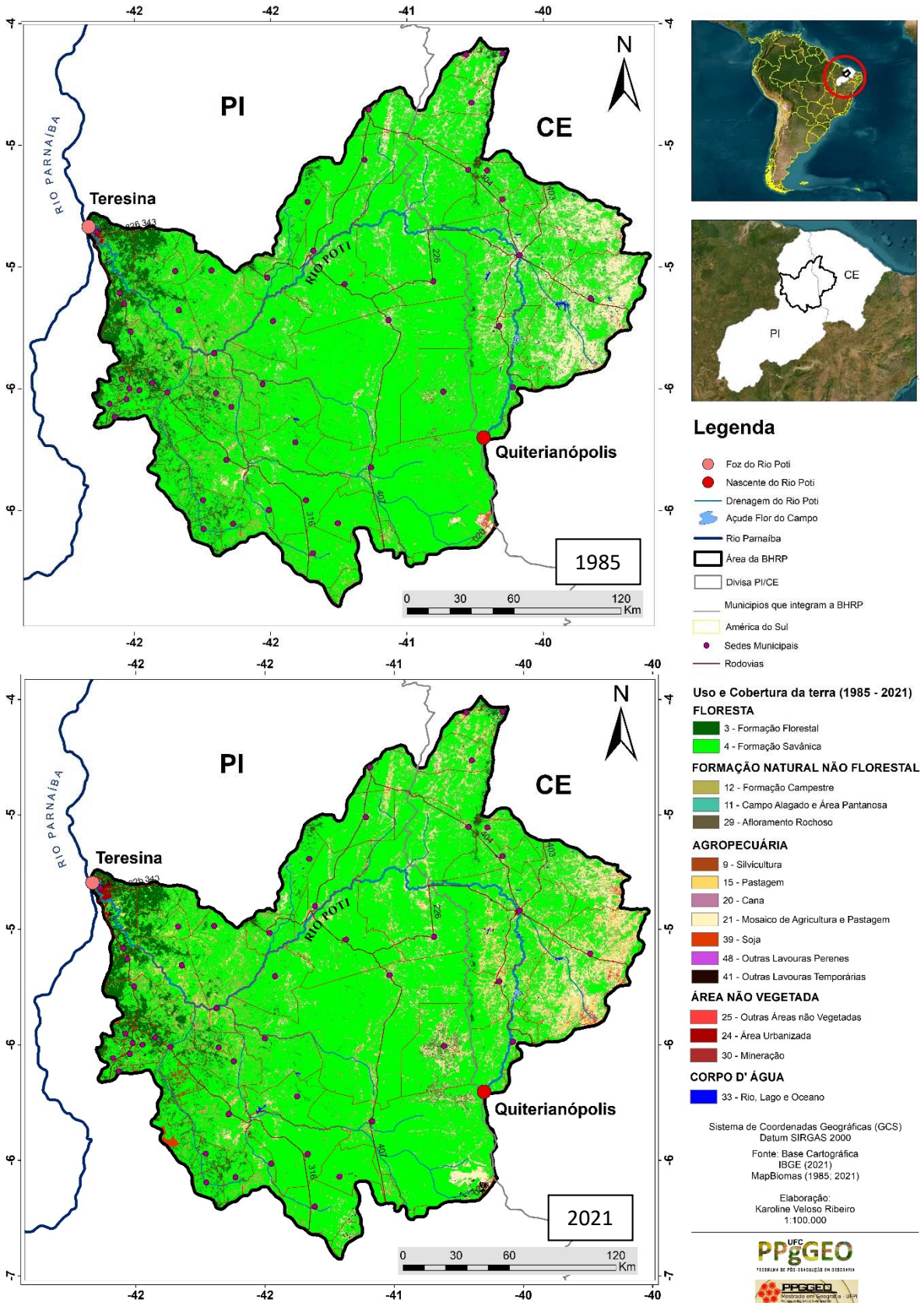
Classes	Descrição
<p>1 FLORESTA</p> <p>1.1 Formação Florestal</p> <p>1.2 Formação Savânica</p>	Essa cobertura envolve as estruturas florestais e campestres, incluindo desde florestas, campos originais e alterados, formações florestais secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas.
<p>2 FORMAÇÃO NATURAL NÃO FLORESTAL</p> <p>2.1 Formação Campestre</p> <p>2.2 Campo Alagado e Área Pantanosa</p> <p>2.3 Afloramento Rochoso</p>	Refere-se aos cultivos em sistemas agroflorestais. Trata-se de uma forma de uso da terra na qual se combinam espécies frutíferas e/ou madeiras com cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou sazonalmente, interagindo em uma mesma unidade de terra.
<p>3 AGROPECUÁRIA</p> <p>3.1 Silvicultura</p> <p>3.2 Pastagem</p> <p>3.3 Cana</p> <p>3.4 Mosaico de Agricultura e Pastagem</p> <p>3.5 Soja</p> <p>3.6 Outras Lavouras Temporárias</p> <p>3.7 Outras Lavouras Perenes</p>	É a área destinada pela utilização da terra para produzir alimentos, fibras e commodities do agronegócio e criar animais.
<p>4 ÁREA NÃO VEGETADA</p> <p>4.1 Infraestrutura Urbana</p> <p>4.2 Outras Áreas não Vegetadas</p> <p>4.3 Mineração</p>	Refere-se aos ambientes naturais e os antrópicos.
<p>5 CORPO D'ÁGUA</p> <p>5.1 Rio, Lago e Oceano</p>	São todas as classes de águas interiores e costeiras.

Fonte: MapBiomias (2021). Modificado por Ribeiro (2023).

Os principais resultados foram em decorrência dos mapas temáticos que expõe o uso e cobertura do solo (natural e antrópica) dentro da série histórica de 36 anos. Dessa forma, foi possível identificar as áreas da BHRP mais degradadas e as mais preservadas, com os níveis quantificados em porcentagem para melhor compreender a dinâmica pedológica e as influências humanas. Na busca de visualizar e identificar de maneira pormenorizada as mudanças no uso e na cobertura da terra, entre os anos de 1985 e 2021, elaborou-se a figura 1.



Figura 1 – Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Poti.



Fonte: autora (2023).

O mapa de uso e cobertura da terra da BHRP (área total de 51.812km²) mostrou que em

1985 apresentava baixo nível de ocupação, com apenas 441,30 km² da área ocupada por pastagem (AP). Observou-se a predominância da Formação Savânica (FS), com 78,2%, seguida das Formações Florestal (FF) com 5,3% e a Formação Campestre (FC) com somente 3,6% da área total da bacia hidrográfica. A maior concentração de remanescente de FF se observou no baixo curso fluvial e seguida na porção que compreende o Planalto cuestiforme da Ibiapaba.

No ano de 2021 foi possível registrar mudanças significativas na bacia hidrográfica. Observou-se a ampliação da AP, passando de 0,9% a 5,3%, sobretudo, no alto curso fluvial. E redução das FS, passando de 40.529,43 km² (78,2%) para 38.686,57 km² (74,6%), em virtude da ampliação das AP. A evolução das áreas de pastagem, durante os anos analisados, mostra a transição da cobertura vegetal para o uso da terra focado na criação de animais (MAPBIOMAS, 2021).

Verificou-se também a introdução de espécies de árvores destinadas a fins comerciais, como os monocultivos de eucalipto, com 61,15 km² (0,1%) e soja com 80,12 km² (0,1%), sobretudo, na margem esquerda do curso do rio Poti. Outras áreas não vegetadas foram decorrentes da infraestrutura urbana, especialmente no extremo leste da bacia e no baixo curso fluvial. O quadro 2 apresenta as informações sobre as formas de uso e cobertura da terra da BHRP, suas respectivas classes e o quantitativo por área mapeada.

Quadro 2 – Quantitativo por classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Poti.

CLASSES	ÁREA (KM ²) 1985	% DO TOTAL	ÁREA (KM ²) 2021	% DO TOTAL
FLORESTA				
Formação Florestal	2754,15	5,3%	2792,99	5,4%
Formação Savânica	40529,43	78,2%	38686,57	74,7%
FORMAÇÃO FLORESTAL NÃO VEGETADA				
Formação Campestre	1866,86	3,6%	2362,47	4,6%
Campo Alagado e Área Pantanosa	32,48	0,1%	51,25	0,1%
Afloramento Rochoso	38,07	0,1%	177,48	0,3%
AGROPECUÁRIA				
Silvicultura	0,0	0,0%	61,15	0,1%
Pastagem	441,30	0,9%	2771,17	5,3%
Cana	0,0	0,0%	0,03	0,0%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	5599,57	10,8%	4080,79	7,9%
Soja	0,0	0,0%	80,12	0,2%
Outras lavouras perenes	0,05	0,0%	9,63	0,0%
Outras lavouras	0,66	0,0%	122,51	0,2%

temporárias				
ÁREA NÃO VEGETADA				
Outras áreas não vegetadas	298,09	0,6%	281,42	0,5%
Área urbanizada	78,22	0,2%	231,12	0,4%
Mineração	0,14	0,0%	3,17	0,0%
CORPO D' ÁGUA				
Rio, Lago e Oceano	172,97	0,3%	100,12	0,2%
TOTAL	51812	100%	51812	100%

Fonte: autora (2023).

Foi possível constatar que a destruição dos níveis, como de vegetação primária, está relacionada com o aumento de áreas agrícolas, da expansão urbana e do desmatamento, especialmente no Bioma Caatinga. A supressão da cobertura vegetal foi, em parte, responsável pela degradação ambiental que se materializou na BHRP. As mudanças relativas às coberturas naturais se deram, principalmente, nos municípios cearenses de Independência, Tamboril, Crateús e Novo Oriente pela prática agrícola, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Prática agrícola identificada no alto curso da bacia hidrográfica do rio Poti – município de Independência, estado do Ceará.



Fonte: autora (2022).

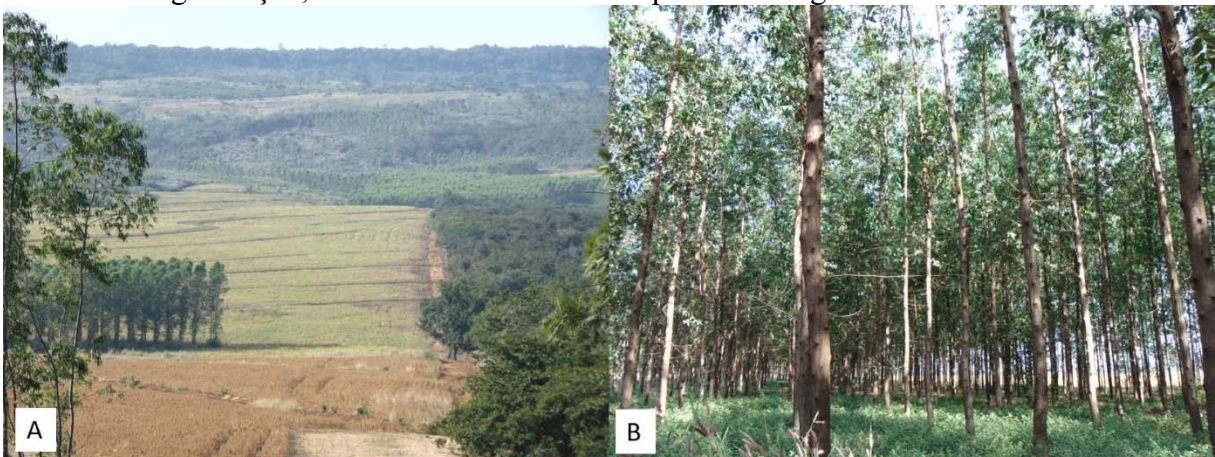
A maioria dessas culturas é produzida por pequenos produtores rurais, em regiões de altitude, com solo profundo e plano e que haja acesso à água necessária para irrigação. Contudo, a escassez de água devido à irregularidade das chuvas tem afetado principalmente as culturas de feijão e milho nos últimos vinte anos, gerando oscilação no rendimento desses grãos (FUNCEME, 2015).



O fato é que o uso inadequado do solo a cada ano tem agravado a degradação ambiental no Ceará, principalmente com os períodos de secas prolongadas. Vale ressaltar que entre 2012 a 2017 o território cearense passou por uma das estiagens mais intensas, causando um triste cenário de crise hídrica (TAVARES et al., 2019).

No Piauí, destacam-se os municípios de Assunção do Piauí e Pimenteiras com um aumento significativo de 0,23% na classe de Afloramento Rochoso, e nos municípios de Regeneração, Passagem Franca do Piauí, São Gonçalo do Piauí e Agricolândia com destaque para a Silvicultura e cultivo de soja, como mostra a figura 3.

Figura 3 – Agronegócio de grãos. A– Monocultura de soja no município de Regeneração; B - Silvicultura no município de Passagem Franca do Piauí.




Fonte: autora (2022).

Em geral, o crescimento das pastagens e a agricultura deve-se, em grande parte, ao desmatamento e queimadas da cobertura vegetal natural, levando à degradação do solo e ao assoreamento do rio e dos corpos d'água (barragens). Foi possível verificar que a criação de animais possivelmente ocasionou o superpastoreio e o incremento da erosão. Essas atividades impulsionaram degradação ambiental, uma vez que os rebanhos competiram pelo pasto, e afetaram a produtividade primária (TAVARES et al., 2019).

É importante frisar que a relação do homem com a natureza tem sido desgastante, especialmente no semiárido, uma vez que o aumento das culturas temporárias e a diminuição das permanentes potencializou o empobrecimento do solo. Outro fator que contribuiu foi o crescimento vertiginoso da pecuária, ao dificultar a permanência da vegetação primária e a recuperação nas propriedades rurais.

Apenas com a manutenção da cobertura vegetal primária e com a plantação de novas florestas haverá maior proteção do solo e incremento da fertilização, além da recarga dos



aquíferos com a infiltração da água da chuva. É necessário também utilizar a atividade agrícola com parcimônia, com o auxílio de tecnologias que facilitem a produção e diminuam a erosão (FAUSTINO; LIMA, 2022).

Logo, depreende-se que embora as mudanças no uso do solo tenham ocorrido em todo o território da BHRP, o alto curso fluvial obteve as maiores perdas florestais principalmente nas Depressão Sertaneja Periférica, sendo a mais afetada pela expansão da agropecuária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar e descrever as variáveis ambientais e de uso e cobertura da terra na BHRP como elementos necessários para compreender o funcionamento, organização e dinâmica dos ambientes naturais e as intervenções humanas. Certamente, auxiliarão no planejamento ambiental integrado e conservação dos sistemas naturais.

A análise das unidades de paisagem foi fundamental para reestruturar usos adequados de acordo com particularidades e limitações, uma vez constatada que as relações sociedade-natureza na BHRP promoveram impactos ambientais de elevada magnitude, especialmente no setor semiárido.

O rio Poti foi o componente definidor da história de ocupação da região, desde o período da colonização do Brasil, quando o vale foi inicialmente utilizado como rotas dos viajantes em caravanas e, posteriormente, com a fundação dos núcleos populacionais (CHAVES, 2015; COSTA, 2012).

Como verificado, o aumento das culturas temporárias e a diminuição das permanentes acarretaram as consequências vinculadas ao empobrecimento do solo. O fator que contribuiu para esse processo foi o crescimento vertiginoso da pecuária ao impedir, em variados setores da bacia hidrográfica, a retomada da vegetação primária nas propriedades rurais que potencializaram a erosão dos solos.

Por fim, infere-se que a BHRP foi marcada pelo crescimento das áreas com solos expostos. Para reverter este cenário é necessário amplo reflorestamento e a manutenção da cobertura vegetal primária. Logo, as florestas remanescentes, quando ampliadas, proporcionarão a proteção do solo e potencializará a fertilização, a recarga dos aquíferos, a retomada da biodiversidade e ampliará a produção de alimentos e o controle da erosão.

REFERÊNCIAS





ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N. Vulnerabilidade socioambiental em bacias hidrográficas no setor leste metropolitano de Fortaleza, Ceará. **Ateliê Geográfico**, Goiânia-GO, v.11, n. 1, p.109-126, 2017.

ALBUQUERQUE, E. L. S.; SOUZA M. J. N. Condições ambientais e socioeconômicas nas bacias hidrográficas costeiras do setor leste metropolitano de Fortaleza, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 01, p. 110-124, 2016.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; MARTINS, V. S. Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: princípios e aplicações. 1 ed. São José dos Campos: **INPE**, 2019.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

CHAVES, S. V. V. **Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí**. 2015. 231f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

COSTA, E. **Quatorze moradias de taipa já foram destruídas após o início das chuvas**. 2012. Disponível em: <<https://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/238150/quatorze-moradias-de-taipa-jaforam-destruidas-apos-o-inicio-das-chuvas>>. Acesso em: 28 de ago. 2022.

DIAS, N. O.; MARTINS, F. C. M.; BARROS, K. O. Geotechnology applied to environmental diagnosis: Pinheiro Grosso Biological Reserve, Barbacena – Minas Gerais – Brazil. **Sociedade & Natureza**. V.32, P.116-129, 2020.

FAUSTINO, J. C. S.; LIMA, P. V. P. S. Evolução da dinâmica do uso da terra entre 1985 a 2019 no estado do Ceará. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 1, p.195-210, 2022.

FREITAS, D. M.; DELGADO, R. C.; RODRIGUES, R. A.; SOUZA, L. P. Variabilidade espaço-temporal na mudança da paisagem no município de Acrelândia, AC. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14, p. 935-946, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Produto Interno Bruto: PIB do Ceará na Ótica da Produção e da Renda**. Fortaleza, 2019.

LEITE, E.F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, 2012.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass**. Série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil: Versão 7. 1985; 2021.

PEREIRA, P. B.; MORAIS, R. C. de S. Impactos das mudanças de uso e cobertura das terras sobre parâmetros hidrológicos do alto e médio curso do rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. **Revista Equador**. V. 11, P. 55-71, 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **O Projeto**. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS. **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985 - 2021)**. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS. **Descrição de Legenda: Coleção 7.0**. 2021.

PROJETO MAPBIOMAS. **Plataforma**. 2021.

Rosa, R., 2007. **Introdução ao sensoriamento remoto**, 6 ed. EDUFU, Uberlândia.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. ed São Paulo: **Oficina de Textos**, 2013.



SANDEBSON, E. W.; JAITEH, M.; LEVY, M. A.; REDFORD, K. H.; WANNEBO, A. V.; WOOLMER, G. The human footprint and the Last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. **BioScience**, V. 52, P. 891- 904, 2002.

SOBRAL, M. do C.; LOPES, H.; CANDEIAS, A. L.; MELO, G.; GUNKEL, G. Geotecnologias na gestão de reservatórios: uma revisão e uma proposta de integração. **Eng. Sanit. Ambient**, V. 22, P. 841-852, 2017.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N.; MORAIS, J. O. (Orgs.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Editora FUNECE, Fortaleza, p. 13-98, 2000.

SOUZA Jr., C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W.; OLIVEIRA, S. W. de.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; FERREIRA-NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstruindo Três Décadas de Mudanças no Uso e Cobertura da Terra nos Biomas Brasileiros com Landsat Archive e Earth Engine - **Sensoriamento Remoto**, Volume 12, Edição 17, 2020.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, I. R. P.; SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p.385- 405, 2019.

THIAGO, C. R. L; MAGALHÃES, I. A. L; SANTOS, A. R. dos. Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal do município de Guacuí-ES. São José dos Campos. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, **Anais...** São José dos Campos – SP, 2010.

WILLIAMS, B. A. et al. Change in terrestrial human footprint drives continued loss of intact ecosystems. **One Earth**, V. 3, P. 371- 382, 2020.