

DINÂMICA DAS MODIFICAÇÕES NA COBERTURA E USO DA TERRA EM PETROLINA/PE (1985-2023)

Dynamics of land use and land cover (LU/LC) changes in Petrolina/PE (1985-2023)

Éverton Vinícius Valezio

Professor do Colegiado de Geografia da Universidade de Pernambuco Petrolina, Pernambuco, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3587-1503>

everton.valezio@upe.br

Luiz Henrique de Barros Lyra

Professor do Colegiado de Geografia da Universidade de Pernambuco Petrolina, Pernambuco, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3729-7023>

luizhenrique.lyra@upe.br

Cláudio Smalley Soares Pereira

Professor do Colegiado de Geografia da Universidade Estadual do Ceará Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEO), UECE Fortaleza, Ceará, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4624-4057>

claudio.smalley@uece.br

Artigo recebido em junho/2025 e aceito em dezembro/2025

RESUMO

Mudanças no uso e cobertura da terra tem levado a um iminente processo de degradação ambiental. A avaliação temporal e o monitoramento destes processos é significativo para o entendimento das dinâmicas socioambientais, sendo o objetivo deste trabalho discutir o processo no município de Petrolina, estado de Pernambuco. Assim, utilizamos as séries multitemporais da coleção 9, publicadas pelo projeto MapBiomass, do ano de 1985 a 2023, sendo individualizadas cinco classes de cobertura da terra: cobertura vegetal, agropecuária, área urbanizada, área não vegetada e corpos d'água. Os resultados apontaram para o avanço da agropecuária sobre áreas de Caatinga, com perda de 36,29% desta frente ao acréscimo de 142,82% de terras que passam a ser de uso agropecuário. Há o ganho significativo de áreas urbanizadas e não vegetadas no espaço temporal amostrado, sobretudo de 1985-2000 e de 2015-2023, quando a população chega a 386 mil habitantes. Há também correlação espacial entre a presença de perímetros irrigados, áreas de redução da cobertura vegetal e degradação do solo. Sem projetos efetivos de planejamento ambiental, tende-se a redução ainda maior da cobertura vegetal, avanço da degradação dos solos via manejo inadequado e agropecuária predatória, confluindo em perdas econômicas e de terras agricultáveis.

Palavras-chave: Degradação do solo; Planejamento ambiental; MapBiomass; Agropecuária; Semiárido.

ABSTRACT

Changes in land use and land cover (LU/LC) have led to process of imminent environmental degradation. The temporal assessment and monitoring of these processes are significant for understanding socio-environmental dynamics. The objective of this work is to discuss this process in

Petrolina city, state of Pernambuco. Thus, we used multi-temporal series from collection 9, published by the MapBiomias project, from 1985 to 2023, identifying five land cover classes: vegetation cover, agriculture, urban area, non-vegetated area, and water bodies. The results indicated the expansion of agriculture into Caatinga vegetation, with a loss of 36.29% of the Caatinga compared to an increase of 142.82% of land that became agricultural land. There is a significant gain in urban and non-vegetated areas in the sampled time frame, especially from 1985 to 2000 and from 2015 to 2023, when the population reached 386,000 inhabitants. There is also a spatial correlation between the presence of irrigated perimeters, areas of reduced vegetation cover, and soil degradation. Without effective environmental planning projects, there is a tendency for even greater reduction in vegetation cover, increased soil degradation due to inadequate management and predatory agriculture, culminating in economic losses and losses of arable land.

Keywords: Soil degradation; Environmental planning; MapBiomias; Agriculture; Semi-arid region.

1. INTRODUÇÃO

Mudanças no uso e cobertura da terra tem levado a uma série de problemas de ordem ambiental. Fruto de diversos processos, sobretudo interesses econômicos, tem como grande agente o homem, com o avanço de áreas urbanas, infraestrutura, extrativismo vegetal e atividades agrícolas sobre áreas florestais. Essas ações e práticas, no entanto, estão assentadas em uma sociedade complexa, contraditória e dividida em classes. No caso das terras secas, onde se instala a vegetação de Caatinga, há mudanças significativas no uso da terra nas últimas décadas. Segundo Althoff *et al.* (2018), cerca de metade da cobertura original de um milhão de km², originalmente coberta pela Caatinga, foi desmatada e substituída por lavouras e pastagens.

No processo de ocupação das terras do semiárido, outro fator histórico importante se deu pelo extrativismo vegetal, com a retirada da biomassa florestal como fonte energética, sobretudo a lenha, acarretando impactos ambientais, sendo a desertificação um dos mais complexos (Travassos; Souza, 2014). A desertificação, também condicionada por fatores naturais, tem no aumento da pressão humana por novas terras sua dinamização, tornando a Caatinga particularmente vulnerável. Neste processo de exploração intensiva e contínua da terra via agricultura, pecuária e urbanização, em áreas já suscetíveis a processos de degradação, pode deflagrar problemas mais graves, como a desertificação, que têm como característica a redução da disponibilidade de água, aumento da insegurança alimentar e da vulnerabilidade social (Silva *et al.*, 2024). Muitas vezes iniciada pela supressão da vegetação nativa, tem se tornado um problema presente nas terras do submédio São Francisco (Santos; Santos, 2024; Santos *et al.*, 2024).

Soma-se ainda, pelas diferentes condições de uso e ocupação e das terras, seja por condicionantes naturais (clima, drenagem natural ineficiente, relevo, geologia e material de origem) ou antropogênicos (práticas de irrigação inadequadas, drenagem insuficiente e má gestão da terra), a degradação do solo via salinização e sodificação (Zhou *et al.*, 2013; Akça *et al.*, 2020; Pessoa *et al.*,

2022). No caso de Petrolina, Castro e Santos (2015) apontam um predomínio de áreas de alta e média susceptibilidade a salinização, com necessidades latentes de desenvolvimento de políticas públicas e de planejamento para o avanço da ocupação para novas terras, além da melhora da qualidade do solo já ocupado, uma vez que práticas de manejo ineficientes em terras irrigadas potencializam o estado de degradação. Na perspectiva físico-ambiental, a degradação das áreas florestais para o estabelecimento de outros usos ainda impacta a ciclagem de carbono e nutrientes, além de reduzir a umidade no solo (Sahani; Behera, 2001; Berihu *et al.*, 2017).

Dados do Projeto MapBiomas apontam que 31,1 Mha foram antropizados nas últimas quatro décadas (1985-2021), tendo o estado de Pernambuco perdido mais de 30% de sua floresta seca. Campoli e Stivali (2023) apontam que, com a retirada da mata nativa, uma das ações iniciais das atividades econômicas sem planejamento adequado, promove o impulsionamento da ocupação humana, acelerando ainda mais o processo de desmatamento. Assim, a fragmentação inicial da vegetação se estabelece como o passo fundamental para sua retirada em grande escala. Para os autores supracitados, a degradação ambiental associada à diminuição da vegetação florestal afeta o bem-estar social, sendo necessário planos para valoração ambiental e redução dos custos sociais.

Dentro deste contexto, visa-se a discussão sobre o processo de mudanças no uso e ocupação das terras entre 1985 e 2023 no município de Petrolina, estado de Pernambuco, onde o avanço da agropecuária sobre antigas terras florestadas pela mata seca da Caatinga tem sido potencializado pelo crescimento urbano e pela instalação de núcleos habitacionais e agrícolas vinculados a instalação dos projetos/perímetros de irrigação a partir da década de 1960. A utilização de geotecnologias, alinhadas a uma visão integrada dos aspectos sociais, econômicos e biofísicos, é fundamental para o entendimento dos processos presentes e base para a mitigação de problemas futuros. Tomar medidas de planejamento efetivas é um dos meios de preservar e manter as funções ecossistêmicas das paisagens semiáridas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Situada no Submédio São Francisco, no extremo oeste de Pernambuco, Petrolina tem seu processo de surgimento e desenvolvimento atrelados à presença do Rio São Francisco. As derivações dessa relação se dão nos mais diversos setores. No plano econômico e social, se torna peça chave na produção de energia, na pesca e na agricultura de vazante, como também, a partir de 1968, área fonte para os canais de irrigação que passam a levar suas águas para terras afastadas da dinâmica fluvial (Ortega; Sobel, 2010). Os projetos de modernização capitalista na irrigação, produção de energia e estradas impactaram decisivamente a produção do espaço urbano e regional, tornando Petrolina

espaço atrativo para diversas populações e investimentos públicos e privados (Andrade, 1982; Chilcote, 1991; Santos Filho, 2021), aumentando a fluidez territorial (Santos, 1996).

No plano ambiental, estabelece condições para formação de solos aluviais, de esculturação do relevo, assim como um reduto de biodiversidade. Hoje, com cerca de 386 mil habitantes (IBGE, 2022), é peça chave no desenvolvimento urbano e econômico do sertão brasileiro.

Tem-se como característica central o clima semiárido, com médias pluviométricas anuais de 500 mm, sendo estas chuvas irregulares e concentradas nos meses de fevereiro a abril, além do déficit hídrico anual advindos da alta evapotranspiração (Teixeira, 2009; Alvares *et al.*, 2013). A dinâmica climática também condiciona, juntamente com os solos, relevo e geologia, a cobertura vegetal na região, tendo como principal conjunto a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, com espécies predominantemente xerófitas e decíduas, formando a caatinga - floresta tropical estacional seca (Oliveira *et al.*, 2024).

Os solos têm como marca evolutiva o clima quente e seco, com destaque para os Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, com grande presença de areias; Neossolos Litólicos e Regolíticos associados aos maciços, inselbergues e lajedos; além dos Neossolos Quatzarênicos e Flúvicos na proximidade do Rio São Francisco (IBGE, 2019).

Outra dinâmica importante na caracterização ambiental de Petrolina diz respeito sobre a relação geologia/relevo. Arelada à margem norte do Cráton São Francisco, o município contempla também, a norte, o Orógeno Riacho do Pontal, evidenciando duas unidades geotectônicas (Barbosa *et al.*, 2003). Esse contexto geodinâmico propiciou diferenças litológicas, influenciando também as características topográficas. Destacam-se os ortognaisses e granitóides do Paleoarqueano e Paleoproterozóico na primeira unidade, e os litotipos metamórficos, como micaxistos e metagrauvacas do Neoproterozóico na segunda unidade (Caxito; Uhlein, 2013; Santos; Lima, 2023).

2.2. Mapeamento de uso e cobertura da terra

Os mapas de mudança de uso e cobertura da terra foram produzidos tendo como base os dados do Projeto MapBiomias. Os dados Geotiff e Excel são disponibilizados gratuitamente em www.mapbiomas.org, tendo sido produzidos pelo processamento em nuvem de imagens Landsat, 30m de resolução espacial, sendo a classificação supervisionada feita por algoritmos em

processamento *machine learning* na plataforma Google Earth Engine, gerando séries históricas anuais de 29 classes de uso.

Para este trabalho, foram selecionados os dados matriciais dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023, sendo utilizadas as seguintes classes: Formação florestal, agropecuária, área não vegetada e corpos hídricos. Da classe “área não vegetada”, foi extraída também a subclasse “área urbanizada”. As imagens *raster* foram recortadas tendo como polígono os limites municipais de Petrolina e seu perímetro urbano, sendo o processo de tabulação dos dados e finalização cartográfica efetuado em ambiente SIG (software ArcGis).

A cartografia aqui presente consiste, assim, em uma parte do que foi produzido no contexto da pesquisa do Projeto Atlas, financiado pelo CNPq¹, em que foram escolhidas algumas produções do projeto cartográfico para representar as discussões a partir das dinâmicas ambientais. Destarte, cumpre dizer que estamos cientes a respeito das relações dialéticas e contraditórias entre a sociedade e a natureza como parte essencial da discussão geográfica (Santos, 1996; Matthews; Herbert, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os últimos 40 anos, tem-se como característica fundamental na dinâmica de modificação do uso e cobertura da terra em Petrolina o ganho crescente de áreas de uso antrópico, frente a perda de vegetação natural (Figuras 1, 2 e 3). De 1985 a 2023, dos 356.392 hectares de áreas florestadas, apenas 227.043 hectares foram mantidos, uma regressão de 36,29%. Destaca-se o grande avanço da agropecuária, que em 1985 ocupava 86.086 hectares, elevando suas áreas para 98.109 em 1995, 133.700 hectares em 2005, 158.087 hectares em 2015, e em 2023 chega a 209.044 hectares. Assim, o crescimento de áreas com esta finalidade cresceu 13,97% de 1985 a 1995, 36,28% entre 1995 e 2005, 18,24% entre 2005 e 2015, e 32,23% de 2015 a 2023. Neste período, há um acréscimo de 142,83% de terras usadas e ocupadas pela agricultura e pecuária. Da área total do município, em 2023, temos 49,77% composta por floresta, contemplando tanto a caatinga, quanto formações campestres, savânicas e de galeria; a agropecuária ocupando 45,82% desse total, com 19,86% para a agricultura, 21,75% para pastagens e 4,21% em processo de transição, com áreas não vegetadas (Tabela 1).

¹ “Atlas das dinâmicas sociais e ambientais de Petrolina/PE e Juazeiro/BA” (Processo: 409930/2021).

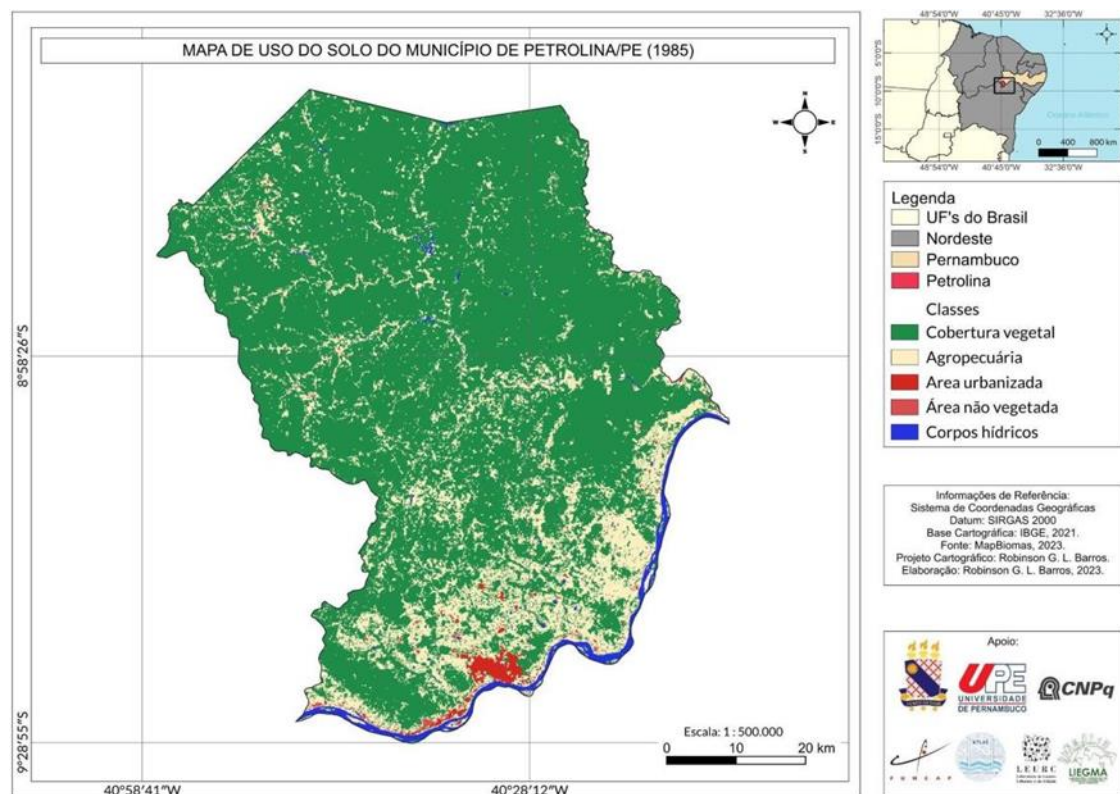


Figura 1 - Uso do solo do município de Petrolina no ano de 1985.

Fonte: Projeto Atlas, 2023.

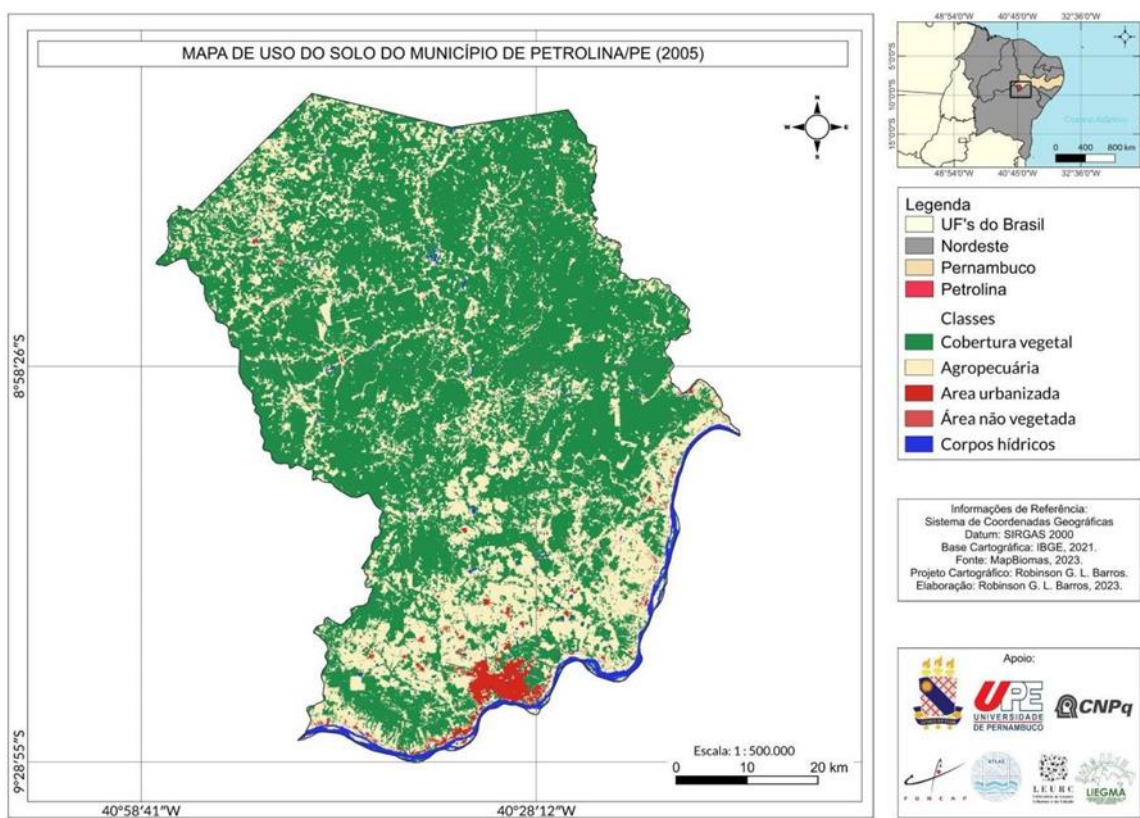
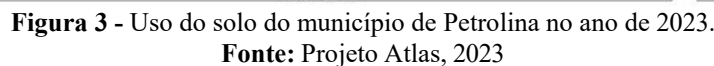


Figura 2 - Uso do solo do município de Petrolina no ano de 2005.

Fonte: Projeto Atlas, 2023.



Usos	1985	1995	2005	2015	2023
Floresta	356.390	342.416	306.493	279.894	227.046
Agropecuária	86.086	98.108	133.700	158.086	209.044
Área não vegetada	5.724	8.070	8.226	11.458	13.075
Corpos d'água	7.983	7.589	7.765	6.745	7.017

Outra classe de uso que se destaca em crescimento é o de área não vegetada. Com o incremento de 7.351 hectares, o crescimento deste uso e cobertura foi de 128,42% entre 1985 e 2023, tendo dois momentos significativos: Entre 1985 e 1995, com aumento de 40,99%; e de 2005 a 2015, com aumento de 39,29%. Grande parte destes ganhos de área se dá pela ocupação de áreas próximas às margens do Rio São Francisco, a partir da produção do espaço urbano de forma desigual, sobretudo pela instauração de condomínios fechados sentido leste, como o que se observa seguindo a Rodovia Jatobá Carneiro (sentido presídio) e pelo loteamento de terras nos bairros Cidade Universitária, Jatobá, Henrique Leite e de novos empreendimentos, no eixo da Avenida das Pedrinhas, como os condomínios fechados Alphaville (inaugurado após anos 2000), Eco Spa, Colina Bela Vista e o recém lançado em 2025, o Horto Condomínio Club. De 1985 até 2023 também há mudanças quanto ao uso agropecuário nestes setores, sobretudo nos terrenos às margens do Rio São Francisco, com

crescimento de áreas com lavouras perenes e temporárias em pequenas propriedades no perímetro urbano, mas que continuam pela zona rural por toda a margem esquerda à jusante de Petrolina, até limites com Lagoa Grande.

No sentido nordeste da cidade, ganha-se destaque os bairros que emergem próximos à Rodovia BR-428, sentido Petrolina-Recife. Neste setor, o Loteamento Recife, Vila Marcela, Vila Esperança e o Condomínio fechado Buona Vita se destacam, tendo rápida expansão urbana ao final da década de 1990 e início da de 2000. Já o condomínio Buona Vita, após 2010, se estabelece em áreas antes vegetadas. Ainda no eixo da BR-428, sentido Recife-Petrolina, houve um incremento ainda mais significativo de áreas não vegetadas/área urbanizada, como o bairro Dom Avelar, que emerge como um grande núcleo populacional a partir de 1985 e se consolida como o bairro mais populoso de Petrolina, com pouco mais de 28 mil habitantes (IBGE, 2022). Essa mudança significativa nos padrões de uso e cobertura da terra promove também problemas de ordem ambiental, como a exposição de solos já frágeis pela condição textural (solos arenosos) a processos erosivos; impermeabilização, dificultando o processo de infiltração das chuvas concentradas; e poluição dos corpos hídricos, com a pressão exercida sobre os canais efêmeros, associado a lançamento de efluentes domésticos; e a lagoa, que pela retirada da vegetação e avanço dos arruamentos, recebe grande quantidade de sedimentos, comprometendo sua vida útil e qualidade da água. Além disso, são recorrentes problemas de alagamento e erosão eólica e pluvial no bairro.

Situação próxima ocorre na parcela sudoeste e noroeste da cidade. Nestes setores, destacam-se como eixos de crescimento a BR-407 (sentido Petrolina-Piauí) e Avenida Transnordestina, com os bairros João de Deus, Nova Vida I e II, Loteamento Vale Dourado, Pedra Linda e Novo Mundo, que passam de uso agropecuário e florestal para urbano em larga escala já nos últimos anos da década de 1980. O avanço desordenado desses loteamentos para fins habitacionais vem comprometendo diretamente a estabilidade dos corpos hídricos da planície do Submédio São Francisco, sobretudo lagoas nas áreas de inundação de afluentes importantes como os riachos Vitória e das Porteiras (Costa, 2023; Nery, 2023). O bairro João de Deus, por exemplo, se transformou no terceiro bairro mais populoso de Petrolina, com 25.276 habitantes (IBGE, 2022). Já no eixo da Avenida Mario Rodrigues Coelho (sentido ilhas do Massangano e Rodeadouro), surgem, a partir de 1990, a Cohab São Francisco, hoje o segundo bairro mais populoso de Petrolina, com cerca de 27 mil habitantes (IBGE, 2022); e no começo dos anos 2000, os loteamentos e condomínios ao fundo da Cohab São

Francisco, como o Nova Petrolina, lançado em 2011. Nesses bairros, há considerável remoção da caatinga para dar lugar às casas, ruas e extensores urbanos, sendo um dos principais núcleos de diminuição da cobertura florestal no perímetro urbano.

Ainda na porção sudoeste, Nery (2023), em trabalho sobre a avaliação do uso e ocupação das terras urbanas e os impactos ambientais nos corpos hídricos, como lagoas existentes no Distrito Industrial de Petrolina, constatou, ao analisar esse processo de expansão urbana de 1987 ao ano de 2022 (Figura 4), que o processo se dissipou da região central da cidade para a periferia, sobretudo em torno desses corpos hídricos naturais, assoreando-os e até extinguindo-os. Muitos destes, foram completamente aterrados e/ou canalizados comprometendo a drenagem e estabilidade ecológica desses ambientes que se transformaram em área de risco para inundação, descarte de lixo e efluentes para a população local.

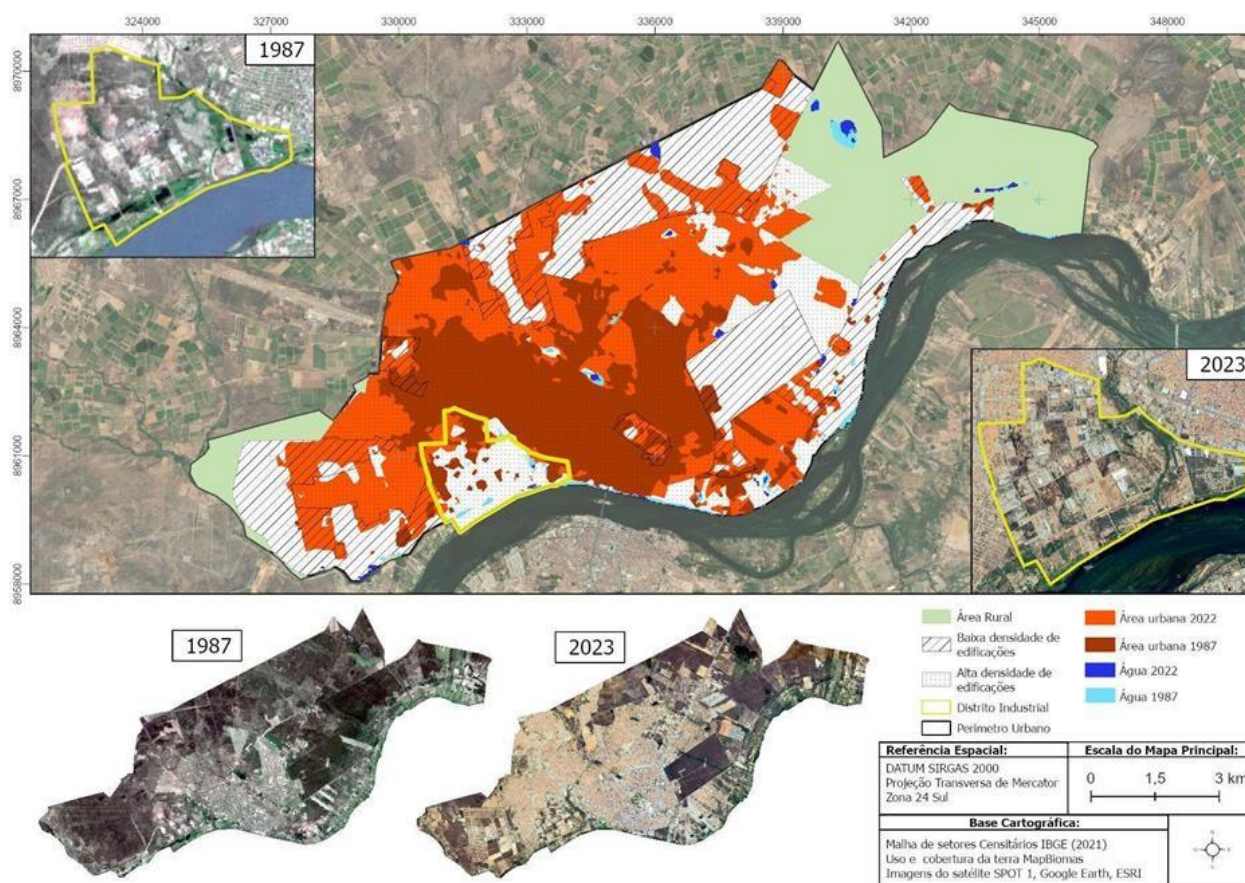


Figura 4 - Uso do solo do município de Petrolina no ano de 1985.

Fonte: Nery, 2023.

O uso agrícola também se destaca na dinâmica de mudanças no uso e cobertura da terra. A partir do começo da década de 1990, é esta classe que emerge no ganho de áreas antes ocupadas pela floresta tropical seca. As áreas não vegetadas do início da série histórica condiz com as áreas de

implantação pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf) dos perímetros irrigados. A instalação inicial das agrovilas se deu em 1968, com o Projeto Bebedouro. Vinculadas a este Projeto, se constituíram os lotes de pequenos irrigantes e lotes empresariais a cerca de 35 km do núcleo central da cidade, sentido Recife (BR-428) (CODEVASF, 2024). Em segundo momento, efetivado em duas fases de parcelamento das terras, é criado o Projeto Senador Nilo Coelho. A primeira fase consolidou o perímetro Nilo Coelho em 1984, com núcleos mais próximos à área urbana, criando, hoje, um enorme cinturão de cultura irrigada na porção norte de Petrolina; e a segunda, o perímetro Maria Tereza em 1996, a noroeste da cidade. É no entorno destes núcleos, sobretudo os originados com o Projeto Público de Irrigação Nilo Coelho na década de 1980, que a agropecuária se expande. A agricultura irrigada ganha terreno em decorrência da abertura de terras para a produção de uva e manga, com grande incremento de capital privado e destinada ao mercado interno e externo.

Nesse cenário de transformação do uso da terra, há o imbricamento dos dois principais fatores de ampliação das áreas não vegetadas no município: ampliação da agricultura e crescimento populacional. Com a introdução da agricultura irrigada em larga escala, associada aos investimentos públicos e privados, propiciou o crescimento da oferta de emprego, resultando no aumento dos movimentos migratórios para o município (Araújo; Silva, 2013). A combinação do crescimento populacional com o avanço da fruticultura, amplificou o aumento das áreas urbanizadas e de uso agropecuário, contribuindo significativamente para a dinamização dos problemas de caráter ambiental, como as pressões sobre os solos, água e vegetação. Há, inclusive, avanço da degradação do solo no Núcleo 11 (Projeto Bebedouro), com salinização advinda da soma de condicionantes, porém, potencializada pela irrigação de culturas; e solo exposto, decorrentes da retirada da vegetação para uso da lenha e empreendimentos agrícolas, que abandonaram a área sem o reflorestamento (Santos; Santos, 2019).

A degradação dos solos, dentro desse quadro multitemporal, se concentra no perímetro urbano, com concentração próximas às margens do Rio São Francisco, além das áreas de expansão agrícola com os perímetros irrigados, inclusive nas ilhas povoadas por comunidades ribeirinhas, agricultores e turistas visitantes e de residência. É o caso de ilhas como a do Massangano e do Rodeadouro, que após a implantação da barragem de Sobradinho e o controle de vazão do rio, aumentaram exponencialmente as culturas agrícolas sobre a vegetação nativa, bem como, a urbanização ainda que incipiente e as atividades comerciais atreladas ao turismo. Lyra *et al.* (2018), ao comparar a evolução do uso e ocupação das terras nas referidas ilhas durante o período 1950-2015, por meio da técnica de classificação e superposição de imagens digitais, constatou um aumento de aproximadamente 300% das culturas agrícolas temporárias de sua extensão territorial, além do

incremento urbano considerável de mais de 100% nas duas ilhas. Este crescimento vem acelerando os impactos ambientais pelo desmatamento e a erosão das terras que alteraram a configuração geomórfica das ilhas e aceleram o processo de assoreamento do leito fluvial.

Com a expansão urbana de Petrolina, o planejamento ambiental se coloca como medida de organização do território frente ao avanço urbano e agrícola sobre águas, terras, fauna e flora. O planejamento deve levar em conta as relações entre a sociedade e a natureza de modo a propiciar políticas espaciais que não destruam o ambiente. No âmbito municipal, em consonância com as leis federais e estaduais, deve-se procurar estabelecer diretrizes para o ordenamento do uso e ocupação das terras que evitem ou minimizem os impactos ambientais vigentes, como mostra o processo de mudanças de ocupação das terras nas últimas décadas, sobretudo no que concerne à conservação dos recursos naturais. Nesse sentido, os planos de gestão territorial, como os planos diretores delimitam o solo e as terras em zonas de uso e ocupação conforme os condicionantes naturais e suas potencialidades, e os interesses socioeconômicos e culturais da população, com regulamentação por legislações ambientais vigentes, como a lei de crimes ambientais, a lei das águas e, embora controverso, o Novo Código Florestal.

O plano diretor mais recente de Petrolina (2022) baseado nas flexibilizações do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), evidencia suas contradições em relação ao estabelecimento das Áreas de Preservação Permanente (APPs), anteriormente delimitadas pela Lei n.º 4.771 de 16 de setembro de 1965 e alteradas em 2012, reduzindo o limite das faixas de mata ciliar de acordo com o interesse de uso e ocupação do município. No art. 4º, parágrafo I, se estabelece delimitações de áreas de preservação permanente em áreas urbanas e rurais como: “I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:” 30m a 500 metros para cursos d’água dependendo do seu tamanho e para lagos e lagoas naturais a faixa em área urbana é de no mínimo 30 metros (Op. Cit., 2012). Tal alteração para maior supressão de área vegetal também anistia às infrações antecedentes a 22 de julho de 2008, se atentado às posses e propriedades rurais, conforme § 4º do art. 59º da mesma Lei. Portanto, repercute diretamente no zoneamento urbano e rural do município proposto em seu plano diretor e consequentemente na gestão e resolução das problemáticas ambientais, pois há um conflito permanente entre o interesse ecológico, cultural e socioeconômico. Noutros termos, tais conflitos são constitutivos do processo de urbanização e da produção da cidade de Petrolina.

Nesse sentido, ressalta-se, assim como Nery *et al.* (2023) que o código do meio ambiente do município apresentava as zonas ambientais que deveriam ser incorporadas ao plano diretor, sendo elas: I- Zona de Unidades de Conservação – ZUC; II – Zonas de Proteção Urbanista – ZPU: localizada às margens do Rio São Francisco, em área urbana, para proteção e controle da expansão nesta zona;

III – Zonas de Proteção Ambiental – ZPA: APPs, com destaque ao Rio São Francisco e seus afluentes (apresentado no plano diretor de 2006, como área que margeia o Rio); IV – Zonas de Proteção Paisagística - ZPP; V – Zona de Recuperação Ambiental – ZRA; VI – Zonas de Controle Especial – ZCE:. Tendo como espaços especialmente protegidos, APPs, áreas verdes, áreas de conservação e florestas de caatinga. Entretanto, esse zoneamento foi revogado pela Lei complementar n.º 034/2022, referente ao Plano Diretor da cidade, conforme o art. 286 e seus incisos, bem como, para adequação ao código florestal de 2012 com novas áreas de APPs e zoneamento ambiental. Ainda segundo Nery (2023), o uso e ocupação das terras e seu parcelamento ficam a cargo dos órgãos competentes e leis específicas, cabendo a estes avaliar os impactos ambientais no licenciamento de obras que podem impactar o meio ambiente. Em caso de interesse e utilidade pública, no caso de parques e áreas verdes, como demais infraestruturas de baixo impacto, podem ocorrer casos excepcionais de intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP), conforme a Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, incorporado ao código florestal de 2012.

De forma concomitante, a lei n.º 14.285, de 29 de dezembro de 2021, que apresenta mudança para as áreas de APPs relacionadas aos cursos d'água (rios, riachos, córregos) em área urbana consolidada, caso os municípios tenham interesse, permitem alterações em conformidade com as leis municipais ou distritais, desde que escutem os conselhos ambientais e respeitem o plano diretor, contanto que não ocorra a ocupação em áreas de risco de desastre, considerando os planos da bacia hidrográfica, recursos hídricos, de drenagem e saneamento, caso se tenha. Desta forma altera o código florestal 2012, a regularização fundiária em terras da União e o parcelamento do solo urbano. Esta mesma lei, ainda esclarece melhor o conceito de área urbana consolidada para a qual deve estar contida no perímetro urbano conforme o plano diretor, com quadras, lotes, edificações, vias e dispor de no mínimo 2 equipamentos de infraestrutura urbana implementados: drenagem urbana, esgotamento sanitário, rede elétrica, abastecimento de água ou limpeza e coleta de lixo e resíduos sólidos.

Outro fator conflitante é a função ambiental dos espaços e recursos naturais do município, pois desde que se cumpra sua função ele pode ser protegido, entretanto, dá brecha para sua descaracterização como tal, já que, justamente a questão da desconfiguração do mesmo, tem como um dos fatores o antrópico, ou seja, ao exemplo de um corpo hídrico como um riacho ou lagoa natural que deixe de cumprir sua função ambiental, pode não ser considerado como áreas de APPs, e até objeto de especulação para uso e atividades, e a consequente deliberação legal.

As figuras apresentadas sintetizam visualmente a discussão realizada até o momento, revelando o processo histórico do uso do solo e da cobertura da terra no município de Petrolina entre os anos de

1985 e 2023. Ficam nítidas as transformações expressivas, no campo e na cidade, em que

tanto a expansão urbana acelerada e para as margens do tecido urbano em todas as direções e a redução da cobertura vegetal nas áreas rurais, incluindo-se a produção de agrovilas, apontam para a necessidade de implementação de políticas que visem reduzir ou mitigar os danos oriundos desse processo.

Assim, há de se considerar não somente a condução econômica no uso e ocupação das terras, mas também funções sociais, aspectos legais e as interações dos mais variados elementos que controlam a dinâmica física-natural de Petrolina, incluindo o homem como agente transformador das funções ambientais dos solos, do ciclo hidrológico, do balanço de radiação e da vegetação. Dado o momento e as transformações pelas quais o município (e a cidade) sofreu e vem sofrendo nas últimas décadas, é necessário ajustes de gestão para que o avanço antrópico não continue a dizimar os remanescentes vegetais ainda presentes, prejudicando as funções do solo, e, conseqüentemente, a renda da população que depende da agricultura para sobreviver.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre mudanças no uso e cobertura da terra, com o avanço das cidades e da agropecuária sobre áreas florestadas, permite, por meio de análise das perspectivas sociais e físico-ambientais, busca saídas para questões complexas e ajudar os formuladores de políticas públicas a tomar melhores decisões no direcionamento de apropriação dos espaços municipais de formas mais sustentáveis, racionais e inclusivas.

No caso de Petrolina, com as grandes transformações sociais e ambientais das últimas décadas, se consolida um cenário de urgência quanto a racionalização e planejamento de suas atividades produtivas. Os usos ligados à cultura irrigada, que tiveram incrementos substanciais de áreas a partir da década de 1980, passam por problemas de degradação do solo, tendo um cenário ainda mais alarmante para as próximas décadas, o de aumento da susceptibilidade à desertificação e de salinização. Já relacionado ao uso urbano, a ampliação de áreas loteadas para novos empreendimentos e crescimento exponencial dos bairros periféricos, pode amplificar os problemas relacionados à poluição e assoreamento de corpos hídricos, já que o avanço, como constatado pela análise e interpretação das séries multitemporais, se deu sobre áreas antes cobertas pelas formações florestais. Assim, a conciliação de imagens de satélite e das ferramentas de geoprocessamento com o conhecimento geográfico, com seu arcabouço teórico e prático sobre o espaço, se colocam como fundamentais para a análise e interpretação das mudanças urbanas e rurais, nos espectros ambientais, sociais, políticos e econômicos, revelando a complexidade pelas quais Petrolina e tantas outras cidades brasileiras têm passado nas últimas décadas sem políticas efetivas de planejamento.

AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro ao Projeto Universal “Atlas das dinâmicas sociais e ambientais em Petrolina-PE e Juazeiro-BA” (Processo: 409930/2021).

REFERÊNCIAS

- AKÇA, E.; AYDIN, M.; KAPUR, S.; KUME, T.; NAGANO, T.; WATANABE, T.; ÇILEK, A.; ZORLU, K. Long-term monitoring of soil salinity in a semi-arid environment of Turkey. **Catena**, v. 193, p. 104614, 2020.
- ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; PINTO, A. S.; PAREYN, F. G. C.; CARVALHO, A. L.; MARTINS, J. C. R.; CARVALHO, E. X.; SILVA, A. S. A.; DUTRA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Adaptation of the century model to simulate C and N dynamics of Caatinga dry forest before and after deforestation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 254, p. 26-34, 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, M. C. **Tradição e mudança: a organização do espaço rural e urbano na área de irrigação do submédio São Francisco**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 114p.
- ARAÚJO, G. J. F.; SILVA, M. M. Crescimento econômico no semiárido brasileiro: o caso do pólo frutícola Petrolina/Juazeiro. **Caminhos de Geografia**, Uberlandia, v. 14, n. 46, p. 246-264, 2013.
- BERIHU, T.; GIRMAY, G.; SEBHATLEAB, M.; BERHANE, E.; ZENEBE, A.; SIGUA, G. C. Soil carbon and nitrogen losses following deforestation in Ethiopia. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, p. 1-12, 2017.
- BRASIL. **Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, p. 9529, 16 set. 1965.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, p. 1, 25 mai. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 29 de jul 2023.
- CAMPOLI, J. S.; STIVALI, M. **Custo social do desmatamento nos biomas brasileiros**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2023. 53p.
- CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina - Pernambuco - Brasil. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 56, p. 160-172, 2015.
- CAXITO, F. A.; UHLEIN, A. Arcabouço tectônico e estratigráfico da Faixa Riacho do Pontal, Divisa

Pernambuco-Piauí-Bahia. **Geonomos**, v. 21, n. 2, p. 19-37, 2013.

CHILCOTE, R. **Transição capitalista e a classe dominante no Nordeste**. São Paulo: Hucitec, 1991. 372p.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Projeto Público de Irrigação Bebedouro**, 2024. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/assuntos/agricultura-irrigada/projetos-de-irrigacao/em-producao/bebedouro>. Acesso em: 02 de maio de 2025.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama nº303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 90, p. 68, 13 de maio de 2002.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº. 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 61, p. 150 - 151, 29 de março de 2002.

COSTA, B. dos S. **Caracterização e mapeamento físico-ambiental das lagoas da planície do riacho das porteiras nas proximidades do loteamento Vale Dourado e o condomínio Morada Nova Mais Viver, Petrolina-PE**. 2023. 49 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia) - Universidade de Pernambuco, Petrolina, 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **BDIA**: banco de dados de informações ambientais. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LYRA, L. H. B.; LIRA, D. R.; SILVA D. N. F.; SANTOS, R. S. Análise evolutiva do uso e ocupação das terras nas ilhas do Massangano e Rodeadouro, Alto Submédio São Francisco, Petrolina-PE. **Revista de Geografia**, Recife, v. 35, n. 2, p. 94-102, 2018.

MATTHEWS, J. A.; HERBERT, D. T. **Geografia**: uma brevíssima introdução. São Paulo: Editora Unesp, 2021. 250p.

NERY, A. C. F. **Avaliação do Uso e Ocupação das Terras Urbanas e os Impactos Ambientais Nos Corpos Hídricos**: uma análise da lagoa do Distrito Industrial de Petrolina - PE. 2023. 43 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia) - Universidade de Pernambuco, Petrolina, 2023.

OLIVEIRA, J. S.; LIMA, E. R. V.; SOUZA, B. I.; SEABRA, V. S.; SANTOS, M. P. Imagens Sentinel-2/MSI e metodologia GEOBIA no mapeamento do uso e cobertura da terra em área de Floresta Tropical Sazonalmente Seca no Brasil. **RA'EGA**, Curitiba, v. 59, p. 3-22, 2024.

ORTEGA, A. C.; SOBEL, T. F. Desenvolvimento territorial e perímetros irrigados: Avaliação das políticas governamentais implantadas nos perímetros irrigados Bebedouro e Nilo Coelho em Petrolina (PE). **Planejamento e políticas públicas**, n. 35, p. 87-118, 2010.

PESSOA, L. G. M.; FREIRE, M. B. G. S.; GREEN, C. H. M.; MIRANDA, M. F.; ARAÚJO FILHO, ISSN 2317-5419

J. C.; W. R. L. S, PESSOA. Assessment of soil salinity status under different land-use conditions in the semiarid region of Northeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 141, p. 3-11, 2022.

PETROLINA (PE). **Lei Municipal nº 034**, de 11 de maio de 2022. Institui o novo Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina e dá outras providências. Diário Oficial da Prefeitura de Petrolina: Petrolina, PE, Ano 12, republicado em 31 de maio de 2022, p. 58, 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção destaques do mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil de 1985 a 2021**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 27 abr. 2025.

SAHANI, U.; BEHERA, N. Impact of deforestation on soil physicochemical characteristics, microbial biomass and microbial activity of tropical soil. **Land Degradation & Development**, v. 12, n. 2, p. 93-105, 2001

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996. 388p.

SANTOS FILHO, A. M. **Desigualdade e diferenciação socioespacial em cidades médias do sertão do São Francisco**: Juazeiro (BA) e Petrolina (PE): formação socioespacial e meio técnico-científico-informacional. 2021. 195 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SANTOS, C. A.; LIMA, F. J. C. **Mapa Geológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Serviço Geológico do Brasil-CPRM, 2023.

SANTOS, K. P.; SANTOS, A. M. Uso da terra, cobertura vegetal e desertificação no Projeto de irrigação N11- Petrolina, PE, Brasil. **Terr@ Plural**, v. 13, n. 2, p. 385-399, 2019.

SANTOS, K. B. S.; SANTOS, A. R. F.; VALEZIO, E. V.; ALENCAR, M. A. SOUZA, S. O. A cartografia do relevo e suas contribuições ao planejamento de áreas susceptíveis à desertificação: Aplicações no Submédio Vale do São Francisco. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió, v. 9, n. 18, p. 337-352, 2024.

SILVA, J. L. P.; SILVA JUNIOR, F. B.; SANTOS, J. P. A. S.; ALMEIDA, A. C. S.; SILVA, T. G. F.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F.; ARAÚJO JÚNIOR. G. N.; SCHEIBEL, C. H.; SILVA, J. L. B.; LIMA, J. L. M. P.; SILVA, M. V. Semi-Arid to Arid Scenario Shift: Is the Cabrobó Desertification Nucleus Becoming Arid? **Remote Sensing**, v. 16, n. 15, p. 2-27, 2024.

TEIXEIRA, A. H. de C. **Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region**. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2009. 226p.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 329-340, 2014.

ZHOU, D.; LIN, Z.; LIU, L.; ZIMMERMANN, D. Assessing secondary soil salinization risk based on the PSR sustainability framework. **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 642- 654, 2013.