

EXPANSÃO URBANA EM TERESINA-PI

Uma Análise da Zona Urbana utilizando Sensoriamento Remoto

URBAN EXPANSION IN TERESINA-PI

An Analysis of the Urban Zone Using Remote Sensing

Gabriel Nunes Pereira¹

Samuel Cabral da Silva²

RESUMO

Este artigo examina a expansão urbana de Teresina-PI utilizando técnicas de sensoriamento remoto para avaliar mudanças no uso e ocupação do solo ao longo das últimas décadas. A análise concentra-se em identificar padrões de crescimento, avaliar os impactos ambientais, e fornecer subsídios para o planejamento urbano sustentável. Os dados obtidos foram processados para mapear a expansão territorial, revelando tendências significativas que refletem o rápido crescimento da cidade, especialmente nas áreas periféricas. O estudo destaca a importância do sensoriamento remoto como ferramenta fundamental para gestores públicos na formulação de políticas urbanas. Para analisar essa expansão, o estudo utilizou-se imagens do satélite Landsat 8 dos anos de 2014 e 2024 e dados de sensoriamento remoto, avaliando o impacto da urbanização no meio ambiente. A análise mostra uma redução significativa da vegetação nativa, com crescimento urbano mais pronunciado nas zonas sul, sudeste e norte da cidade e também o crescimento das áreas de pastos. A área urbana aumentou em cerca de 42% no período estudado, passando de 134,547 km² em 2014 para 191,040 km² em 2024. Esses dados são essenciais para apoiar o planejamento urbano

¹ Graduando em Geoprocessamento no Instituto Federal do Piauí. E-mail: gabriel17y.live@gmail.com

² Graduando em Geoprocessamento no Instituto Federal do Piauí. E-mail: samuelcabral141@gmail.com

e a formulação de políticas públicas, com foco na preservação ambiental e no desenvolvimento urbano sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto, Uso e Ocupação do Solo, Teresina, Expansão Urbana.

ABSTRACT

This article examines the urban expansion of Teresina-PI using remote sensing techniques to assess changes in land use and occupation over the last few decades. The analysis focuses on identifying growth patterns, assessing environmental impacts and providing input for sustainable urban planning. Data obtained by satellite and aerial imagery was processed to map territorial expansion, revealing significant trends that reflect the city's rapid growth, especially in peripheral areas. The study highlights the importance of remote sensing as a fundamental tool for public managers in formulating urban policies. To analyze this expansion, the study uses satellite images from 2014 and 2024 and remote sensing data, evaluating the impact of urbanization on the environment. The analysis shows a significant reduction in native vegetation, with urban growth more pronounced in the south, southeast and north zones of the city. The urban area increased by around 42% in the studied period, from 134,547 km² in 2014 to 191,040 km² in 2024. This data is essential to support urban planning and the formulation of public policies, with a focus on environmental preservation and urban development sustainable.

KEYWORDS: Remote Sensing, Land Use and Occupation, Teresina, Urban Expansion.

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da paisagem urbana em cidades como Teresina tem gerado desafios crescentes ao planejamento e à gestão municipal. A capital do Piauí experimenta um processo de expansão acelerada desde a década de 1970, impulsionado por migrações regionais e pelo êxodo rural, em que muitos buscam melhores condições de vida, como emprego, transporte adequado, e serviços de saúde. Segundo Alves (1995, p. 15), as pessoas precisam se deslocar para onde há oferta de trabalho, e, embora essas restrições fossem mais rigorosas no passado, hoje ainda são uma realidade. Esses fluxos migratórios acabam resultando em ocupações irregulares, onde bairros inteiros surgem sem a infraestrutura necessária, frequentemente em áreas inadequadas, como encostas e margens de rios. Além da migração, outro fator relevante é o crescimento acelerado de moradias populares e de médio e alto padrão, como os condomínios. Esse desenvolvimento desordenado sobrecarrega os recursos naturais, aumenta a demanda por serviços e intensifica problemas como escassez de água, falta de saneamento e congestionamento.

Este estudo tem como propósito realizar uma comparação através da análise de imagens de satélite, em diferentes períodos, complementada por mapas de uso e ocupação do solo, e cálculo da média das classes utilizadas, a fim de estimar a área total impactada pela urbanização na zona urbana de Teresina, além de identificar a direção e os efeitos que essa expansão pode gerar no meio ambiente. Com base em dados de satélites e outras informações espaciais, é possível monitorar o crescimento dos centros urbanos, delimitar áreas de risco e planejar intervenções eficazes que mitiguem os impactos sociais e ambientais. Tais dados permitem ainda a criação de modelos preditivos, que orientem um desenvolvimento equilibrado e sustentável.

Assim como outras cidades brasileiras, Teresina precisa equilibrar crescimento econômico, urbanização e qualidade de vida de seus moradores. Para isso, políticas públicas embasadas em dados precisos e atualizados, obtidos por meio de análises espaciais, são fundamentais para promover um desenvolvimento urbano integrado, capaz de atender às demandas futuras sem comprometer os recursos e a resiliência necessários para um crescimento sustentável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 História de Teresina

A história de Teresina remonta ao século XVII, quando o território onde a cidade está localizada foi oferecido pela Coroa Portuguesa como sesmária a Conselheiro José Antônio Saraiva em 1744. As sesmarias eram doações de terras com a finalidade de promover o cultivo e o desenvolvimento da região. No entanto, o verdadeiro início do povoamento de Teresina ocorreu graças a um notável desbravador chamado Domingos Jorge Velho, que percorria o Brasil em busca de riquezas.

Domingos Jorge Velho, um aventureiro destemido, desempenhou um papel fundamental no estabelecimento da presença humana na área que mais tarde se tornaria Teresina. Com sua determinação e coragem, ele contribuiu para a expansão das fronteiras coloniais e a exploração do interior do Brasil. No entanto, Teresina só

se tornou capital em 16 de agosto de 1852, quando a administração da capital foi transferida de Oeiras.

A transferência baseava-se fundamentalmente no argumento de que era necessário explorar a navegabilidade do Parnaíba, e que à distância de Oeiras em relação ao rio dificultava a materialização deste esforço. Com a capital estabelecida em suas margens a navegação seria um fato concreto (Vilhena, 2016, p. 34).

Assim, Teresina, com sua localização estratégica às margens do rio Parnaíba, consolidou-se como a capital do Piauí e desempenhou um papel vital no desenvolvimento da região, tornando-se um centro urbano importante no Nordeste brasileiro.

2.2 Expansão Urbana, Sensoriamento Remoto e Fragilidade Ambiental

Santos e Souza (2014) indagam que no Brasil a supervalorização dos espaços urbanos pode causar impactos em um ambiente que pode ser de proporções positivas como negativas nos recursos naturais e no meio social. Esses impactos culminam na fragilidade das áreas naturais que estão gradativamente diminuindo ano após ano com o desenvolvimento das cidades, da tecnologia e dos processos histórico-culturais da sociedade, explícito por Ross e Santos (2012).

Em Teresina a expansão urbana se deu do norte para o sul e leste, onde neste penúltimo se deu mais rapidamente pelo motivo em que houve melhorias na infraestrutura com a implantação do distrito industrial e os primeiros conjuntos habitacionais (Silva et al. 2017 p. 2). De acordo com censo demográfico do IBGE 2022, a zona mais populosa da capital foi a sul, com cerca de 195.228 habitantes, ultrapassando o centro da capital.

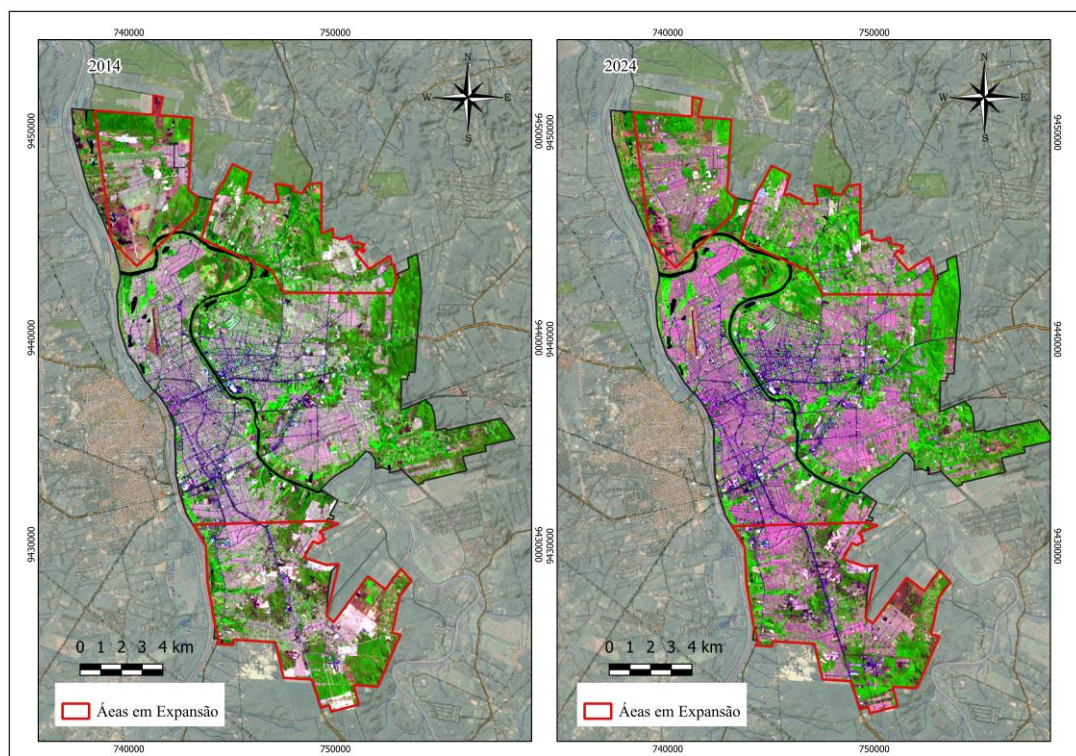
O sensoriamento remoto tem se consolidado como uma tecnologia essencial para o monitoramento ambiental e urbano, permitindo a coleta de dados em grande escala e com alta precisão. Em sua análise sobre o crescimento urbano, Da Costa e Oliveira (2001) apud Forest (1994) destacam que o sensoriamento remoto é uma técnica eficaz para avaliar a expansão urbana, permitindo o monitoramento tanto do crescimento das áreas urbanas quanto dos problemas ambientais decorrentes desse processo, sendo essencial para o planejamento e a gestão urbana sustentável.

Estudos anteriores demonstram a eficácia do sensoriamento remoto na detecção de mudanças no uso e cobertura do solo, na identificação de áreas de risco e na avaliação de impactos ambientais causados pela urbanização descontrolada. A literatura destaca ainda o uso de imagens de satélite e dados geoespaciais para a elaboração de mapas temáticos que auxiliam no planejamento urbano.

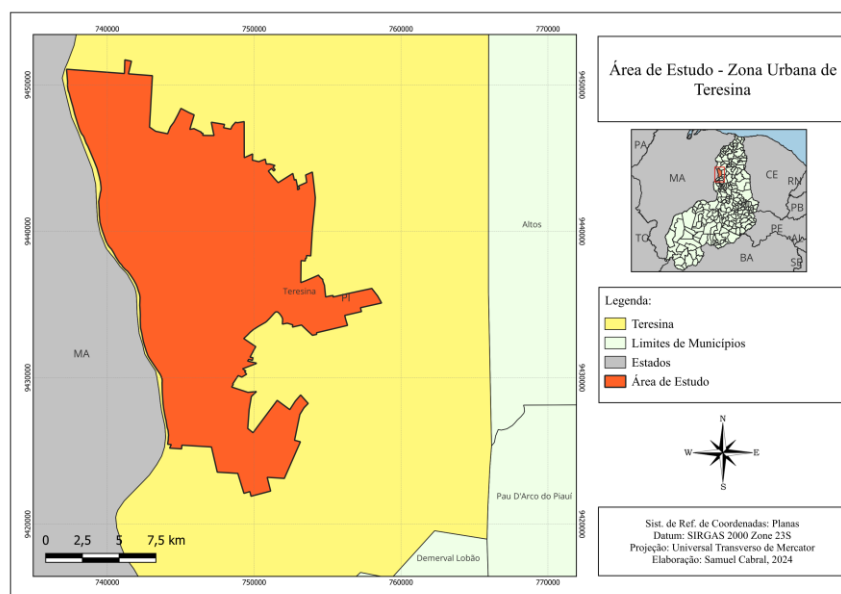
3. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia empregada neste estudo baseia-se no uso de imagens de satélite dos anos de 2014 e 2024, adquiridas através da plataforma USGS Earth Explorer, com dados provenientes do satélite Landsat-8 com composição colorida em negativo para destacar os tipos de classes estudadas (figura 1) todas do mês de julho, referentes à cidade de Teresina em destaque para a zona urbana (figura 2).

Figura 1: Imagens Landsat-8 da área de estudo com composição colorida falsa cor.



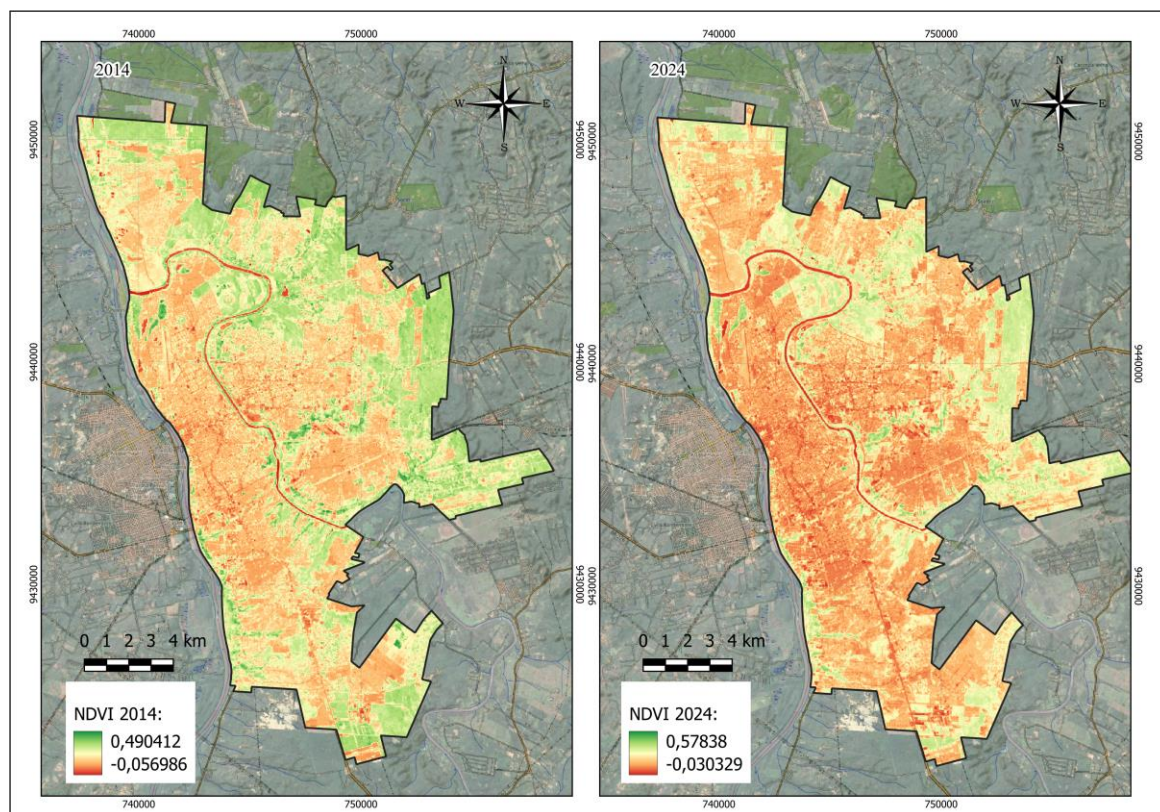
Fonte: Samuel Cabral

Figura 2: Mapa de Localização.

Fonte: Samuel Cabral

Essas imagens foram processadas no software QGIS, utilizando o plugin Dzetsaka para realizar a classificação do uso e cobertura do solo. Foram definidas classes de 1 a 5, sendo elas respectivamente: Corpos D'água, Vegetação Densa, Área de Pastagem/Vegetação Rala, Solo Exposto e Área Urbana/Área Construída.

Uma segunda análise foi feita para reforçar os resultados obtidos, neste caso foi calculado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), um índice bem reconhecido que calcula a densidade e a saúde da vegetação. Esse índice desempenhou papel crucial na identificação da expansão das áreas urbanizadas em detrimento das áreas verdes, sendo essencial para a compreensão das alterações ambientais ocorridas na cidade entre esse intervalo de tempo, os valores obtidos vão de -0,056986 a 0,490412 em 2014 e -0,030329 a 0,57838 em 2024 em que representam os números mais baixos desde a água como locais e lugares com pouca ou nenhuma vegetação com cores variando do vermelho até o laranja e valores um pouco mais altos saindo do negativo que representa a vegetação mais densa e saudável com cores mais esverdeada (figura 3).

Figura 3: Comparação do NDVI nos anos de 2014 e 2024.

Fonte: Samuel Cabral

Para quantificar a extensão de cada classe de uso do solo, foi utilizada a ferramenta *r.report*, pertencente ao módulo GRASS no QGIS, com os resultados expressos em quilômetros quadrados (km²), gerando relatórios detalhados sobre as mudanças detectadas (conforme representado nas Figuras 9 e 10).

A técnica de classificação supervisionada foi adotada para a categorização do uso e ocupação do solo, precedida por uma análise preliminar dos elementos espaciais. Essa etapa foi determinante para a definição adequada das categorias de cobertura do solo, assegurando a precisão dos resultados. A metodologia aplicada segue diretrizes reconhecidas internacionalmente, sendo amplamente utilizada em estudos de monitoramento ambiental no Brasil, como os conduzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que emprega técnicas similares para acompanhar a dinâmica de uso e cobertura da terra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos últimos dez anos, Teresina passou por uma notável expansão urbana, especialmente nas áreas periféricas, conforme destacado nas figuras 4 e 5, onde eles destacam a uma parte da zona rural e da área de estudo explícito em comparação na figura 6. Esta análise demonstra uma redução significativa das áreas de vegetação nativa, com maior impacto nas zonas sul, sudeste e norte da cidade, onde o processo de urbanização tem avançado sobre territórios anteriormente intocados.

Figura 4: Uso e Ocupação do Solo, zona urbana e rural em 2014.

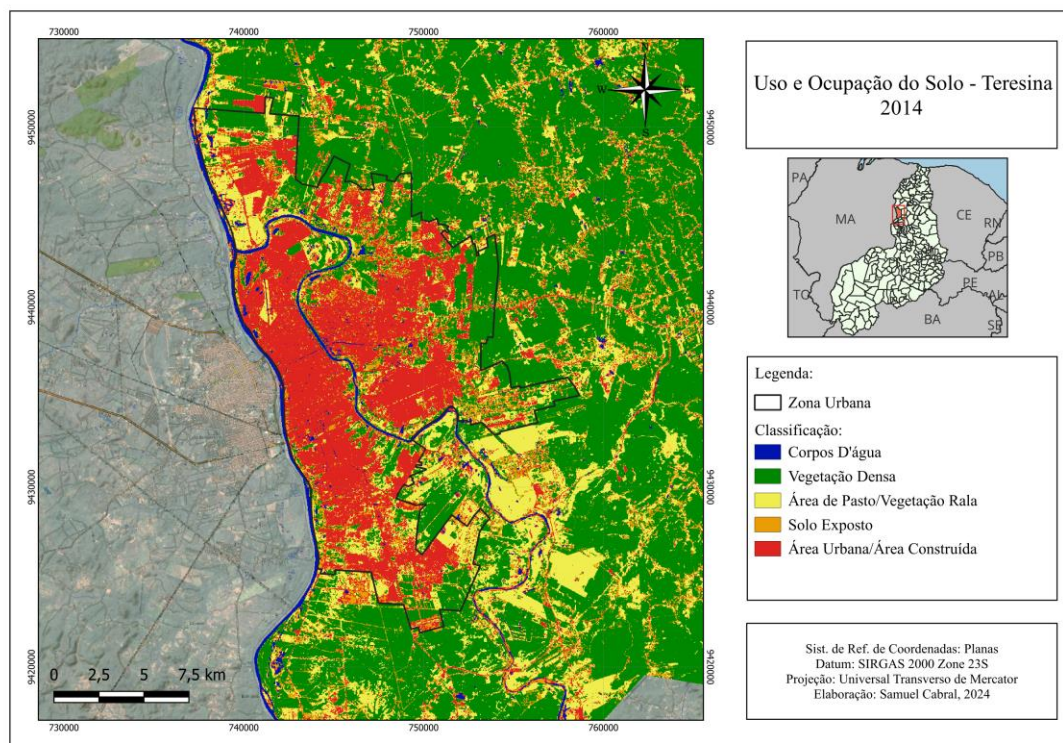
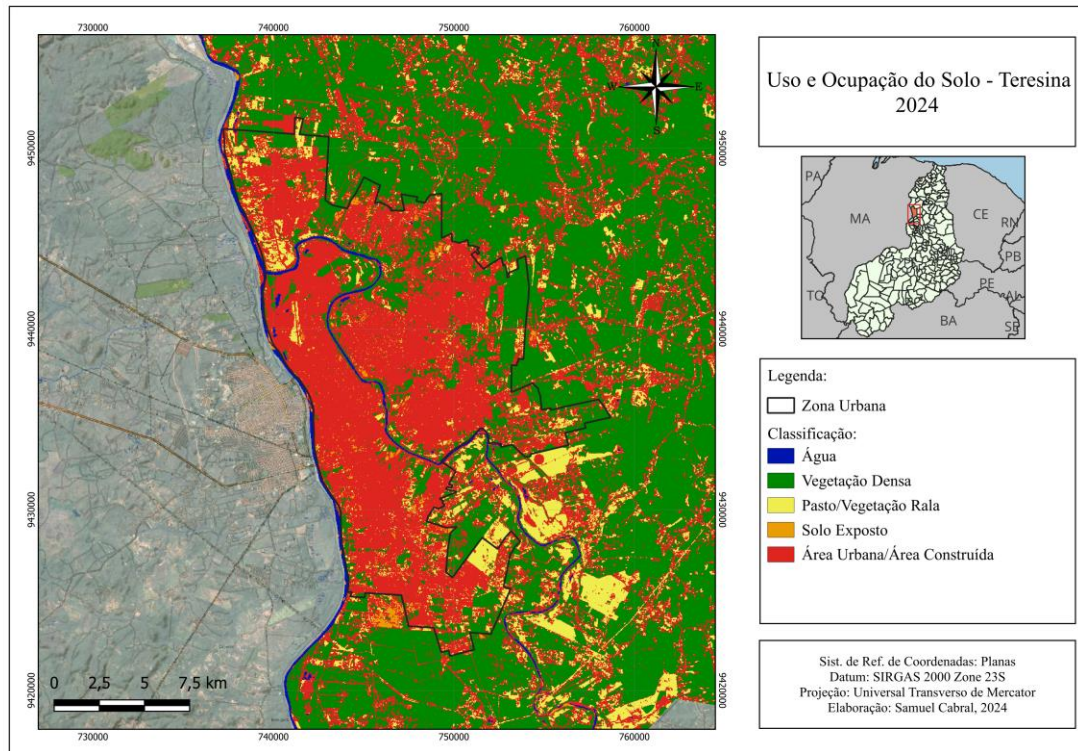


Figura 5: Uso e Ocupação do Solo, zona urbana e rural em 2024.



Fonte: Samuel Cabral

F

ont
e:
Sa
mu
el
Cab
ral

F

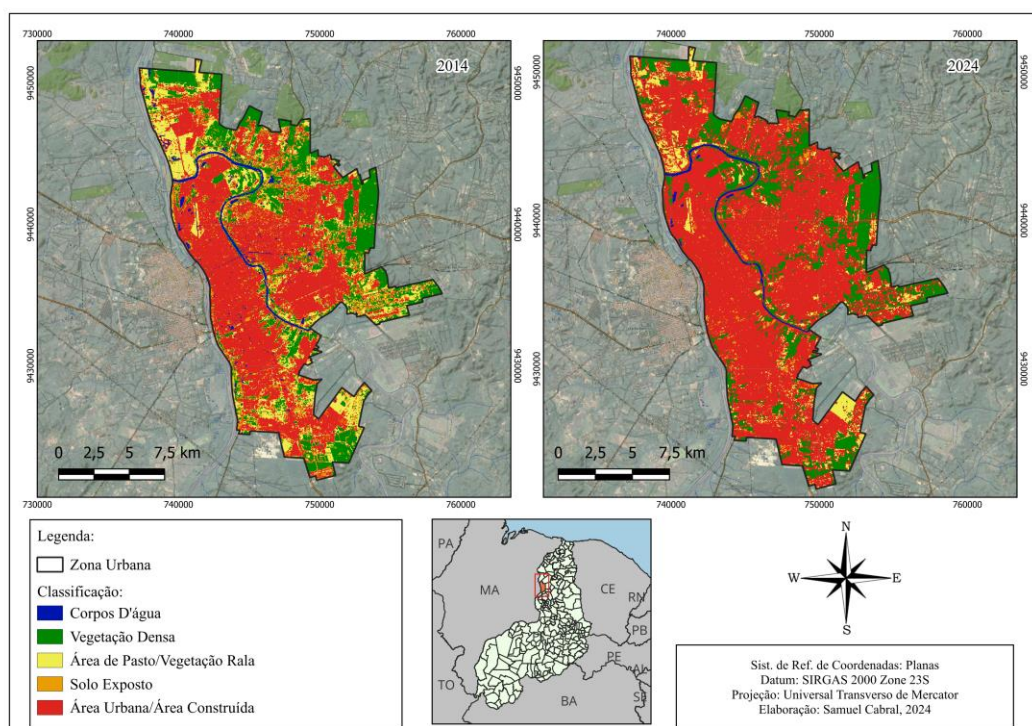
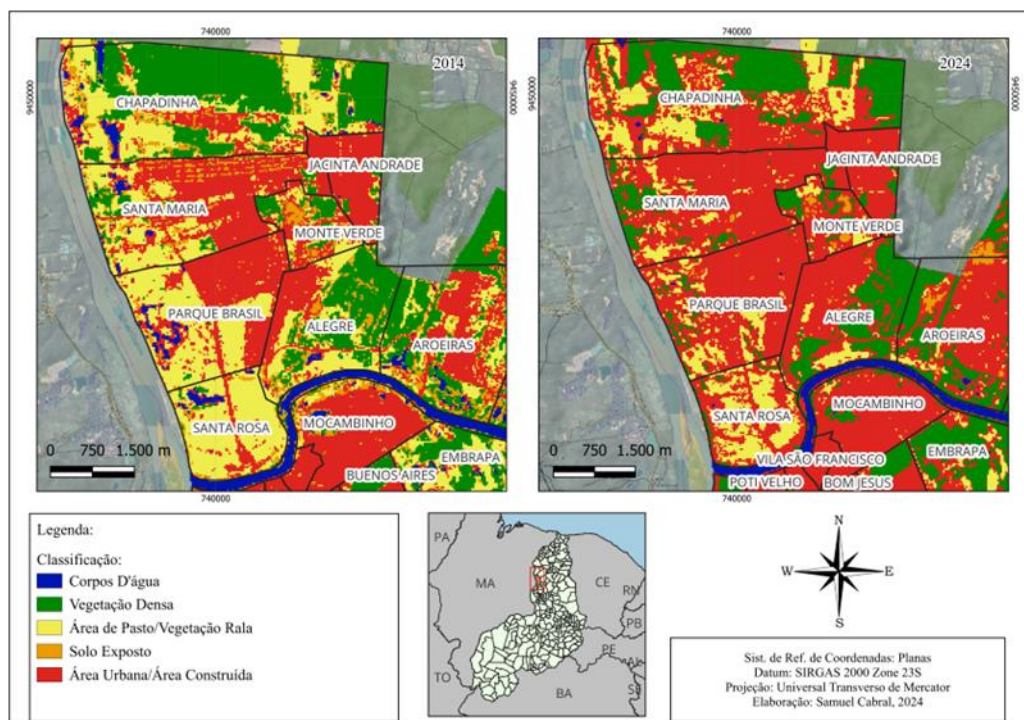


Figura 6: Comparação do Uso e Cobertura na área de estudo, 2014 e 2024.

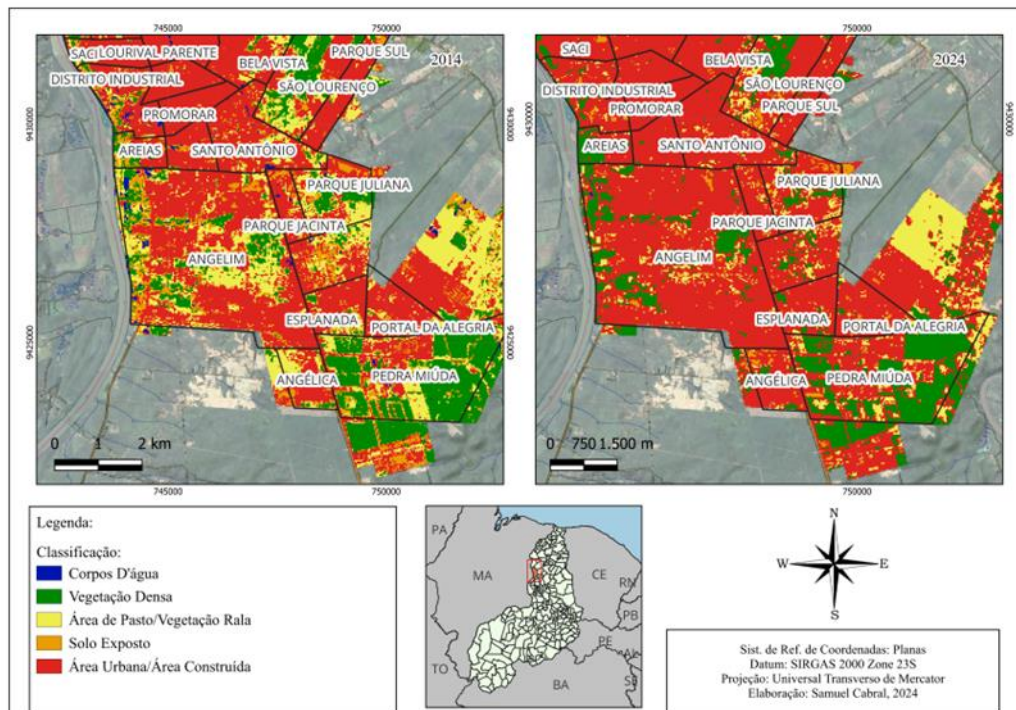
Fonte: Samuel Cabral

Bairros situados na zona norte, como Jacinta Andrade, Mocambinho, Parque Brasil e Santa Maria, têm se sobressaído nesse contexto, especialmente o último, que enfrenta constantes invasões de terras nas margens do Rio Parnaíba, resultando na diminuição dos corpos d'água que anteriormente caracterizavam a região (ver figura 7).

Figura 7: Avanço da urbanização na zona norte de Teresina.

Fonte: Samuel Cabral

Na zona sul, os bairros Angelim, Angélica, Promorar, Santo Antônio e Parque Piauí foram consideravelmente expandidos, conforme evidenciado na figura 8, registrando uma expressiva perda de vegetação densa e rala.

Figura 8: Avanço da urbanização na zona sul de Teresina.

Fonte: Samuel Cabral

A zona sudeste, destacada por seu rápido desenvolvimento econômico, também apresentou um crescimento urbano gradativo ao longo da última década, bairros como Itararé, Comprida e São Raimundo em destaque (ver figura 9).

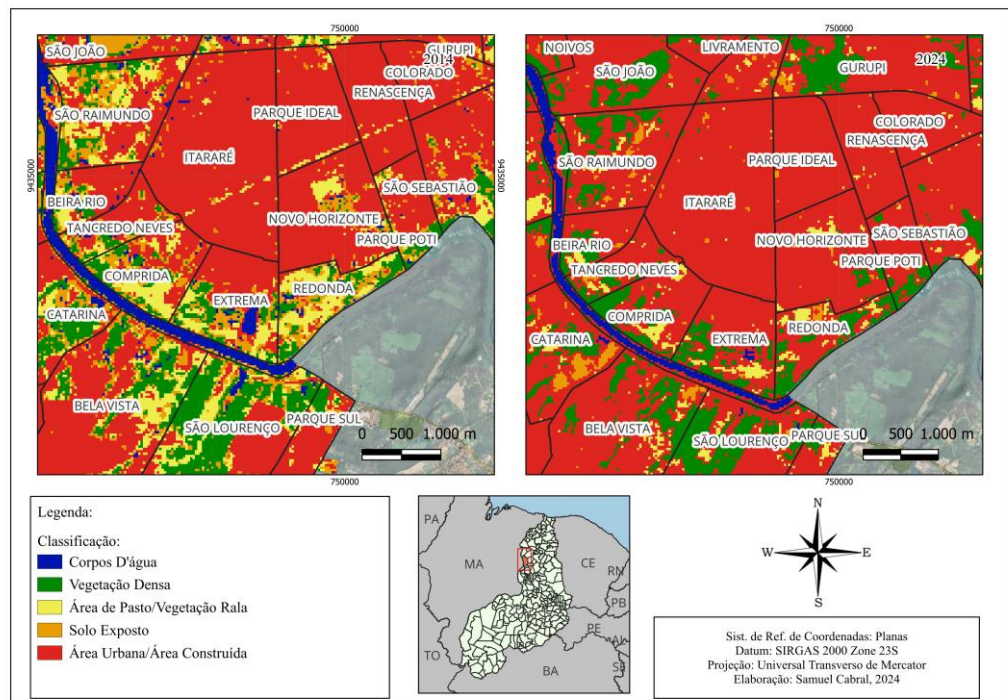


Figura 9: Avanço da urbanização na zona sudeste de Teresina.

Fonte: Samuel Cabral

Em 2014, a área urbana em Teresina abrangia cerca de 134,547 km², número que, em 2024, subiu para 191,040 km², representando um crescimento de quase 42% e ocupou 20% do total da área de estudo. A análise mostra também que a zona urbana perdeu cerca de 560 km² de vegetação densa e 23.000 km² de área de pasto agregado com vegetação rala, dando espaço para a expansão urbana (Figura 10 e 11). É inerente frisar a redução de alguns corpos d'água como lagoas e açudes que desapareceram ao longo desses 10 anos como estão destacados na cor azul nos mapas 7, 8 e 9 que ficavam na beira do rio Parnaíba e Poti.

Figura 10: Relatório de Categoria Área de estudo em Teresina 2014.

RELATÓRIO DE CATEGORIA DE MAPA RASTER		
LOCALIZAÇÃO: Teresina - PI		Mon Sep 09 09:51:25 2024
REGIÃO	north: 9451705.00001762	east: 758654.99999821
	south: 9421915.0000181	west: 737234.99999856
	res: 30	res: 30
MASCARA: none		
MAPA: Uso e Ocupação do Solo 2014		
INFORMAÇÕES DA CATEGORIA		Quilômetros
#	Descrição	Quadrados
5	Área Urbana/Área Construída	134.547
2	Vegetação Densa	55.927
3	Área de Pasto/Vegetação Rala	42.383
4	Solo Exposto	31.697
1	Corpos D'água	8.298
TOTAL		272.854

Fonte: Samuel Cabral

Figura 11: Relatório de Categoria Área de Estudo em Teresina 2024

RELATÓRIO DE CATEGORIA DE MAPA RASTER	
LOCALIZAÇÃO: Teresina - PI	Sun Sep 08 12:51:02 2024
north: 9451705.00001762	east: 758654.99999821
REGIÃO south: 9421915.0000181	west: 737234.99999856
res: 30	res: 30
MASCARA: Não	
MAPA: Uso e Ocupação do Solo- Área de Estudo 2024	
DESCRIÇÃO	INFORMAÇÕES DA CATEGORIA
	KM Quadrados
5 Área Urbana/Área Construída	191.040
2 Vegetação Densa	55.367
3 Área de Pasto/Vegetação Rala.	18.874
4 Solo Exposto.	4.350
1 Corpos D'água	3.222
TOTAL	272.854

Fonte: Samuel Cabral

Esses dados ressaltam a relevância do estudo para apoiar o planejamento urbano da capital, em conformidade com as diretrizes do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), busca promover o desenvolvimento urbano sustentável. Ademais, o estudo oferece subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental, com especial ênfase na proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), que têm sido pressionadas pela expansão urbana desordenada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas, Teresina tem experimentado um processo de expansão urbana marcado por notável velocidade e, em grande medida, por uma condução desarticulada. Esse crescimento, muitas vezes desordenado, revela a carência de políticas urbanas integradas e de um planejamento territorial que acompanhe, de forma eficaz, as dinâmicas da cidade. Os dados deste estudo indicam que mais de 42% da área analisada passou por transformações urbanas em um intervalo de apenas dez anos, o que equivale a uma taxa média de crescimento anual em torno de 4,2%. Tal ritmo evidencia não apenas a intensificação da ocupação sobre áreas naturais e periféricas, mas também a necessidade urgente de medidas que orientem um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável.

As zonas Norte, Sul e Sudeste apresentam os maiores índices de expansão, impulsionados, sobretudo, pela implementação de conjuntos habitacionais populares, pelo desenvolvimento de zonas industriais e pela ampliação da infraestrutura viária. Em contraste, a Zona Leste tem vivenciado uma dinâmica distinta, marcada pela multiplicação de condomínios fechados e empreendimentos residenciais de alto padrão, especialmente nas imediações da PI-112, que conecta Teresina ao município de União. Essa configuração revela um processo de valorização

imobiliária que atrai segmentos da população de maior renda, gerando um padrão de ocupação seletivo e socialmente excludente.

Estima-se que aproximadamente 20% da área de estudo encontra-se ocupada por edificações, incluindo residências, conjuntos habitacionais e vias pavimentadas. Embora esse percentual possa sugerir uma ocupação moderada, ele traduz um avanço significativo da malha urbana sobre territórios antes destinados à agricultura, à criação de pastagens e à conservação ambiental. Tal processo acarreta consequências preocupantes, como a supressão da vegetação nativa, a crescente impermeabilização do solo e a elevação dos riscos de alagamentos e degradação de recursos hídricos — especialmente em regiões próximas a nascentes, córregos e rios que cortam o espaço urbano.

Nesse contexto, torna-se indispensável incorporar as geotecnologias às práticas de planejamento e gestão urbana. O emprego de ferramentas como o sensoriamento remoto, os sistemas de informações geográficas (SIG), os modelos digitais de terreno (MDT) e outras técnicas de geoprocessamento oferece possibilidades valiosas para o mapeamento preciso da expansão urbana, a análise de padrões espaciais e a identificação de áreas vulneráveis. A partir dessas tecnologias, é possível formular diagnósticos robustos e orientar a formulação de políticas públicas ancoradas em dados empíricos, favorecendo um crescimento urbano mais racional, inclusivo e ambientalmente responsável.

Adicionalmente, a construção de uma abordagem multidisciplinar — que reúna urbanistas, geógrafos, engenheiros, gestores públicos e representantes da sociedade civil — mostra-se essencial para assegurar que os processos de urbanização reflitam as necessidades reais da população e as especificidades do território. O monitoramento contínuo das transformações espaciais, aliado à participação popular e à transparência na gestão do solo urbano, pode resultar em instrumentos mais eficazes de regulação do uso e ocupação do espaço.

A análise da expansão urbana em Teresina, portanto, não apenas revela a magnitude das mudanças ocorridas no tecido territorial da capital piauiense, mas também convida à reflexão sobre os limites e contradições do modelo de crescimento em curso. Ao oferecer subsídios técnicos e interpretativos, este estudo contribui para o debate acadêmico e para o aprimoramento das políticas públicas, reforçando a urgência de uma urbanização mais planejada, resiliente e socialmente justa.

REFERÊNCIAS

ALVES, Eliseu. Migração rural-urbana. Revista de Política agrícola, v. 4, n. 4, p. 15-29, 1995. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/746>. Acessado em: setembro de 2024.

DE OLIVEIRA SANTOS, Jader; DE SOUZA, Marcos José Nogueira. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. Boletim Goiano de Geografia, v. 34, n. 2, p. 215-232, 2014. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6511/3503>. Acessado em: setembro de 2024.

INPE (2022). Relatório de monitoramento da cobertura e uso do solo em Teresina. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

MENDES, A. C. G., & Silva, M. A. F. (2017). Análise da expansão urbana de Teresina-PI utilizando geoprocessamento. Revista Brasileira de Geografia, 64(2), 123-137.

SANTOS, J. F., & Oliveira, R. F. (2020). O uso do sensoriamento remoto na avaliação da expansão urbana: estudo de caso em Teresina-PI. Revista de Sensoriamento Remoto, 38(3), 401-420.

OLIVEIRA, I. M.; COSTA, Sandra MF. Monitoramento da expansão urbana, utilizando dados de Sensoriamento remoto–estudo de caso. X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR, p. 1131-1138, 2001. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=O+uso+do+sens+riamento+remoto+na+avalia%C3%A7%C3%A3o+da+expans%C3%A3o+urbana&btnG=. Acessado em: setembro de 2024.

Panorama Censo 2022, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

SANTOS, Jader de Oliveira; ROSS, Jurandyr L. S. Fragilidade Ambiental Urbana. Revista da ANPEGE, [S. l.], v. 8, n. 10, p. 127-144, 2017. DOI: 10.5418/RA2012.0810.0009. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6511>. Acesso em: 11 set. 2024.

SILVA, Erick Oliveira; SILVA, GR da; VIEIRA, Nadja Rodrigues Carneiro. Expansão urbana na cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrôpoles, Natal. Anais eletrônicos. Natal: UFRN, p. 29-31, 2017. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=expans%C3%A3o+urbana+em+teresina&btnG=. Acessado em setembro de 2024.

VILHENA, Gustavo Henrique Ramos de. Os fazedores de cidade: uma história da mudança da capital no Piauí (1800-1852). 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17281>. Acessado em: setembro de 2024.

