



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

### **O SENSORIAMENTO REMOTO COM FERRAMENTA PARA O ESTUDO DA URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE SÃO LUÍS- MARANHÃO NOS ÚLTIMOS 50 ANOS.**

*Remote Sensing as a Tool for the Study of Urbanization in the City of São Luís, Maranhão,  
Over the Last 50 Years.*

**João Leonardo Carvalho Araujo Sousa**

Graduando em geografia , Brasil . Uuniversidade Estadual do Maranhão

Joacarvalholeonardo@gmail.com

#### **1 INTRODUÇÃO**

O processo de urbanização é um fenômeno dinâmico que transforma continuamente as paisagens naturais e sociais das cidades, sendo especialmente marcante em centros urbanos de crescimento acelerado, como a cidade de São Luís, capital do estado do Maranhão. Nos últimos 50 anos, o território ludovicense passou por intensas mudanças em seu espaço físico, impulsionadas pelo crescimento populacional, expansão desordenada e implantação de grandes empreendimentos urbanos e industriais. Esse avanço urbano nem sempre foi acompanhado por um planejamento eficaz, gerando impactos socioambientais significativos, como a degradação de ecossistemas costeiros, ocupação irregular de áreas frágeis e aumento da vulnerabilidade urbana.

A cidade de São Luís, situada em uma ilha atlântica e rodeada por ecossistemas sensíveis como manguezais, restingas e dunas, apresenta um cenário urbano complexo que reflete as contradições entre o desenvolvimento e a preservação ambiental. O avanço urbano, muitas vezes motivado por interesses econômicos e pela ausência de uma política urbana eficaz, resultou na ocupação de áreas de risco e na pressão sobre recursos naturais estratégicos. Essas alterações espaciais vêm se intensificando desde a década de 1970, coincidindo com ciclos de investimentos estatais e privados que aceleraram a expansão da mancha urbana da capital.

O sensoriamento remoto, aliado ao geoprocessamento, possibilita uma abordagem sistemática e temporal das mudanças ocorridas na paisagem urbana. Por meio de imagens de satélite, é possível mapear, classificar e quantificar o crescimento urbano em diferentes décadas, revelando tendências de expansão e reorganização territorial. Essa metodologia é especialmente relevante quando aplicada a períodos longos, como os últimos 50 anos, permitindo a criação de séries históricas comparativas que oferecem maior profundidade analítica e embasamento técnico para a compreensão do fenômeno urbano.

Ao permitir a análise de grandes áreas com custo relativamente baixo e alta eficiência, o sensoriamento remoto se consolida como uma ferramenta indispensável para estudos de planejamento urbano e ambiental. No caso de São Luís, sua aplicação pode contribuir significativamente para a avaliação dos efeitos da urbanização sobre o meio físico, social e econômico, além de auxiliar na formulação de estratégias sustentáveis de ocupação do solo. Desse modo, a integração entre tecnologia, ciência e gestão territorial torna-se essencial para enfrentar os desafios do crescimento urbano contemporâneo.

Nesse contexto, a problemática central reside na dificuldade de compreender e monitorar, de forma contínua e precisa, as transformações espaciais que ocorreram ao longo dessas décadas. A carência de informações históricas detalhadas e atualizadas torna desafiador o diagnóstico da expansão urbana e seus impactos. É nesse cenário que o sensoriamento remoto surge como uma ferramenta estratégica, pois permite a aquisição de dados multitemporais e georreferenciados



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

sobre a superfície terrestre, facilitando a análise da evolução espacial da cidade com base em imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento. O objetivo deste estudo é analisar o processo de urbanização de São Luís ao longo dos últimos 50 anos utilizando o sensoriamento remoto como principal ferramenta de observação e interpretação das mudanças ocorridas no uso e cobertura do solo. Pretende-se identificar os padrões de crescimento urbano, as áreas mais afetadas pela expansão desordenada e os possíveis impactos ambientais decorrentes dessa dinâmica.

A justificativa para esta pesquisa está na necessidade de compreender, com base em dados objetivos e espacializados, como o crescimento urbano de São Luís tem se dado ao longo do tempo, fornecendo subsídios para o planejamento urbano sustentável, políticas públicas eficazes e a conservação dos recursos naturais ainda existentes. O sensoriamento remoto, nesse sentido, representa uma tecnologia acessível, eficiente e de grande importância para pesquisadores, gestores e tomadores de decisão que buscam compreender os processos de urbanização e seus desdobramentos em territórios complexos como o da capital maranhense.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite a obtenção de informações da superfície terrestre por meio do registro da energia refletida ou emitida por objetos, utilizando sensores acoplados a satélites, aeronaves ou drones. Segundo Novo (2010), o sensoriamento remoto fornece dados fundamentais para o monitoramento de fenômenos naturais e antrópicos, tornando-se essencial para a análise espacial e temporal de paisagens urbanas em constante transformação.

A urbanização, como processo de concentração populacional e expansão territorial das cidades, provoca modificações significativas no uso e cobertura do solo, sendo muitas vezes marcada por desigualdades socioespaciais e impactos ambientais. Para Villaça (2001), o crescimento urbano brasileiro caracteriza-se por ser historicamente desordenado e excludente, agravando problemas de infraestrutura e contribuindo para a degradação ambiental. No caso de cidades costeiras como São Luís, essas transformações ocorrem com ainda maior intensidade, dada a fragilidade dos ecossistemas naturais e a pressão exercida por empreendimentos urbanos e industriais.

A utilização do sensoriamento remoto na análise da expansão urbana permite identificar e quantificar alterações no espaço geográfico ao longo do tempo, fornecendo subsídios importantes para o planejamento urbano. De acordo com Jensen (2009), o processamento digital de imagens de satélite pode revelar padrões de crescimento urbano, zonas de ocupação irregular e áreas de risco ambiental, oferecendo base científica para a tomada de decisões. Complementando essa abordagem, Câmara e Monteiro (2001) destacam que o cruzamento dos dados do sensoriamento remoto com sistemas de informações geográficas (SIG) amplia o potencial analítico das pesquisas, promovendo estudos mais precisos e integrados da dinâmica urbana.

Além disso, a literatura destaca a importância da análise multitemporal no estudo da urbanização. Para Silva e Santos (2015), a comparação de imagens de diferentes períodos históricos permite não apenas identificar áreas de expansão urbana, mas também avaliar os impactos socioambientais associados, como a impermeabilização do solo, supressão de vegetação nativa e alterações no microclima urbano. Essa perspectiva é fundamental para compreender o caso de São Luís, cuja urbanização se intensificou nas últimas décadas, muitas vezes sem planejamento adequado.

Dessa forma, o sensoriamento remoto, aliado às ferramentas de geoprocessamento, contribui de forma significativa para o entendimento das transformações urbanas, especialmente em contextos onde o acesso a dados atualizados é limitado. Conforme apontam Ponzoni e



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

Shimabukuro (2009), o avanço das tecnologias de observação da Terra tem democratizado o acesso à informação espacial, permitindo que pesquisadores e gestores públicos possam monitorar e planejar as cidades com base em evidências concretas e atualizadas.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa, com foco na análise multitemporal da expansão urbana da cidade de São Luís (MA) entre os anos de 1975 e 2025. A metodologia baseou-se no uso do sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento, por meio da aquisição, processamento e interpretação de imagens de satélite. O objetivo central foi mapear e compreender a dinâmica da ocupação do solo ao longo de cinco décadas, destacando os padrões espaciais de crescimento urbano.

As imagens utilizadas foram obtidas a partir dos sensores Landsat (MSS, TM, ETM+ e OLI), disponíveis gratuitamente na plataforma EarthExplorer (USGS). Foram selecionadas imagens representativas das décadas de 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 e 2020, com prioridade para datas com baixa cobertura de nuvens e boa resolução espacial. Após o download, os dados passaram por um processo de correção radiométrica e geométrica, garantindo a comparabilidade entre os diferentes períodos. Para o tratamento e análise dos dados, foram utilizados os softwares QGIS (versão 3.x) e SPRING (versão 5.4).

A classificação do uso e cobertura do solo foi realizada por meio da técnica de classificação supervisionada, utilizando o algoritmo Maximum Likelihood, que, segundo Jensen (2009), é uma das metodologias mais confiáveis para esse tipo de aplicação. Foram definidas quatro classes principais: área urbana consolidada, vegetação, corpos hídricos e áreas em expansão. A acurácia das classificações foi avaliada por meio da matriz de confusão e do índice Kappa, utilizando pontos de controle obtidos em imagens de alta resolução e, quando possível, dados de campo e registros históricos da cidade.

A análise multitemporal permitiu a quantificação da área urbana em cada década e a identificação das regiões da cidade que apresentaram maior pressão de expansão. Para isso, foi aplicada a sobreposição dos mapas temáticos resultantes, permitindo a detecção das mudanças ocorridas ao longo do tempo. Os dados gerados foram organizados em tabelas e gráficos para facilitar a visualização e a interpretação dos resultados.

Por fim, a metodologia foi complementada com a análise documental e bibliográfica, a fim de contextualizar historicamente os processos de urbanização em São Luís. Foram consultados planos diretores, legislações urbanas, artigos científicos e documentos técnicos elaborados por instituições como o IBGE, IPHAN e Prefeitura Municipal de São Luís. Essa triangulação entre dados geoespaciais, históricos e legais garantiu uma abordagem integrada, capaz de revelar não apenas a dimensão física da urbanização, mas também seus aspectos socioeconômicos e ambientais.

### 4 DISCURSÃO

A análise multitemporal das imagens de satélite revelou um crescimento urbano significativo em São Luís nas últimas cinco décadas. Em 1975, a área urbanizada ocupava aproximadamente 32 km<sup>2</sup>, concentrando-se principalmente no centro histórico, no bairro do Renascença e em áreas próximas ao Porto do Itaqui. Nas décadas seguintes, especialmente a partir de 1990, observou-se uma rápida expansão rumo aos bairros periféricos, como Cidade Operária, Anjo da Guarda, Cohatrac e Vila Maranhão, totalizando uma área urbanizada de mais de 150 km<sup>2</sup> em 2025.

A década de 1980 foi marcada por um crescimento impulsionado por políticas públicas de



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

habitação e investimentos em infraestrutura, como a ampliação da malha viária. A classificação supervisionada indicou uma expansão horizontal desordenada, caracterizada pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como encostas e zonas de manguezais. Essa ocupação contribuiu para a fragmentação de ecossistemas, aumentando os conflitos socioambientais e a vulnerabilidade urbana frente a eventos extremos, como alagamentos e deslizamentos.

Os mapas temáticos demonstraram que, entre 1990 e 2010, ocorreu a maior taxa de crescimento urbano, com uma média de 4 km<sup>2</sup> por ano. Esse processo coincidiu com a intensificação das atividades econômicas ligadas ao setor portuário e industrial, especialmente no entorno do Distrito Industrial. O avanço urbano nesse período ocorreu de forma espalhada, sem planejamento territorial efetivo, favorecendo o surgimento de núcleos habitacionais informais e a ausência de infraestrutura básica em diversas regiões.

Outro aspecto identificado foi a crescente redução das áreas vegetadas no território urbano. Em 1975, essas áreas representavam cerca de 65% da superfície da ilha; em 2025, esse índice caiu para menos de 30%. Essa mudança reflete diretamente no microclima urbano, contribuindo para o aumento da temperatura média, conforme evidenciado por estudos paralelos de ilhas de calor. A impermeabilização do solo e a supressão da cobertura vegetal também interferem na recarga dos aquíferos e no escoamento superficial, agravando problemas de drenagem.

urbano em direção às áreas de proteção ambiental e zonas costeiras. Imagens de satélite evidenciaram, por exemplo, o avanço de loteamentos e ocupações irregulares sobre a região da APA do Maracanã e entorno do Parque Estadual do Bacanga. Esses espaços, originalmente destinados à preservação dos ecossistemas de manguezal e mata nativa, vêm sofrendo forte pressão urbana, comprometendo seus serviços ecossistêmicos e a biodiversidade local. Tal processo indica a fragilidade dos mecanismos de controle ambiental frente à especulação imobiliária e à ocupação desordenada.

As imagens analisadas também permitiram observar a expansão da malha viária como um dos principais vetores de urbanização. A duplicação da BR-135 e a construção de vias expressas em regiões periféricas contribuíram para a valorização fundiária e o surgimento de novos bairros, especialmente nas zonas norte e oeste da cidade. Esses corredores de mobilidade serviram como eixos de expansão urbana, articulando antigos vazios urbanos e incentivando a ocupação de áreas antes inabitadas. No entanto, muitas dessas expansões ocorreram sem a devida infraestrutura de saneamento, drenagem ou equipamentos públicos.

Do ponto de vista morfológico, as imagens indicam uma transformação significativa no padrão de ocupação do solo. Nos anos 1970 e 1980, predominava um modelo mais compacto e centralizado, com forte concentração de serviços e infraestrutura na área central. A partir da década de 2000, observa-se um padrão urbano fragmentado e disperso, com grandes condomínios fechados, conjuntos habitacionais e assentamentos espalhados por diferentes regiões. Essa dispersão urbana acarreta desafios à mobilidade, aumenta os custos de prestação de serviços públicos e amplia as desigualdades territoriais.

Além disso, as imagens revelaram uma expansão crescente das áreas industriais e comerciais em regiões antes predominantemente residenciais ou rurais. O entorno do Porto do Itaqui e da zona industrial da Ponta da Madeira foi intensamente modificado para dar lugar a armazéns, centros logísticos e vias de acesso. Esse processo alterou a configuração socioespacial da região, levando à migração de comunidades tradicionais e à reconfiguração das relações entre cidade, trabalho e meio ambiente. O impacto dessas mudanças pode ser observado em conflitos fundiários e na descaracterização de modos de vida tradicionais.

Por fim, os dados obtidos e processados por meio do sensoriamento remoto indicam que, embora a cidade de São Luís tenha passado por um processo de expansão urbana contínuo,



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

esse crescimento não foi acompanhado por planejamento integrado e sustentável. A ausência de planos diretores atualizados e a limitada capacidade de fiscalização contribuíram para um modelo de urbanização excludente e ambientalmente impactante. O uso de imagens de satélite, nesse contexto, não apenas permitiu mapear essas transformações com precisão, mas também apontou caminhos para a adoção de políticas públicas baseadas em evidências e orientadas para a sustentabilidade urbana.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada ao longo deste trabalho evidenciou a relevância do sensoriamento remoto como ferramenta eficaz para o acompanhamento e interpretação da dinâmica urbana da cidade de São Luís ao longo das últimas cinco décadas. Por meio da utilização de imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento, foi possível identificar padrões espaciais de crescimento, expansão desordenada e mudanças significativas no uso e cobertura do solo, revelando a complexidade do processo de urbanização da capital maranhense.

Os resultados demonstraram que o crescimento urbano da cidade ocorreu, em grande parte, de forma descontrolada, com forte impacto sobre áreas ambientalmente sensíveis e sem a devida infraestrutura urbana. A ausência de políticas públicas eficazes de planejamento e controle territorial favoreceu a ocupação de zonas de risco, contribuindo para o aumento das desigualdades sociais e dos problemas ambientais. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de ações integradas entre gestão urbana, ordenamento territorial e proteção ambiental. Além disso, o sensoriamento remoto se mostrou uma metodologia de baixo custo, acessível e com elevado potencial de análise espacial e temporal, oferecendo suporte técnico-científico para gestores públicos, pesquisadores e profissionais da área urbana e ambiental.

O monitoramento contínuo da expansão urbana, a partir de dados atualizados e confiáveis, é fundamental para a construção de políticas públicas mais sustentáveis e inclusivas. Diante dos resultados obtidos, torna-se evidente a importância de investir em tecnologias geoespaciais e na capacitação técnica das instituições públicas, de modo a fortalecer a capacidade de planejamento urbano com base em dados.

A incorporação de ferramentas como o sensoriamento remoto nos processos de formulação e avaliação de políticas urbanas pode contribuir significativamente para a construção de cidades mais resilientes, equilibradas e voltadas à melhoria da qualidade de vida da população. Portanto, este estudo reafirma o potencial das geotecnologias para a análise territorial e o planejamento urbano estratégico, apontando que, no caso de São Luís, o uso contínuo e sistemático do sensoriamento remoto pode ser um aliado essencial na reversão dos efeitos negativos de décadas de urbanização desordenada. Sua aplicação prática, aliada ao comprometimento institucional, poderá favorecer a construção de uma cidade mais justa, funcional e ambientalmente equilibrada.

### 6 REFERÊNCIAS

ÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Geoinformação em sistemas de informação geográfica**. São José dos Campos: INPE, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha urbana e censitária do município de São Luís–MA**, diversos anos.

JENSEN, J. R. **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009.



## RECALCULANDO A ROTA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. 4. ed. São José dos Campos: INPE, 2010.

PONTUSCHKA, N. N.; CAVALCANTI, L. S.; CASTELLAR, S. M. V. **Geografia em movimento**. São Paulo: Atual, 2009.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: INPE, 2009.

SILVA, E. C.; SANTOS, R. D. Análise multitemporal da expansão urbana utilizando imagens Landsat. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 3, p. 827–840, 2015.

USGS – United States Geological Survey. **EarthExplorer platform**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov> acesso em: 27.06.2025

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.