



Fundação Universidade Federal do ABC

Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP 09210-580

Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617

iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica submetido
para avaliação no Edital: 04/2022

Título do projeto: Extração de área construída em séries temporais de imagens de satélite Landsat da cidade de Santarém - PA – 2012 –2002

Palavras-chave do projeto: Planejamento Territorial, Área construída; Sensoriamento Remoto; Cidades Médias Amazônicas; Séries temporais; Geotecnologias.

Área do conhecimento do projeto: (1.07.02.06-7) Sensoriamento Remoto.

Sumário

1 Resumo.....	2
2 Introdução e Justificativa	2
3 Objetivos	6
4 Metodologia	6
5 Viabilidade.....	6
6 Cronograma de atividades	6
Referências.....	7

1 Resumo

A diversidade urbana amazônica se distingue das demais regiões do país por fatores como sua localização, condições geográficas e climáticas, por sua história de colonização e ciclos econômicos próprios. A região carece de bases cartográficas atualizadas que subsidiem o planejamento territorial otimizado e congruente com as especificidades locais. A partir de dados de bases de sensoriamento remoto gratuitas, o presente projeto de iniciação científica objetiva elaborar uma série temporal que exprima a expansão urbana Amazônica dentro de suas categorizações de urbanização próprias, que diferem das utilizadas para urbanização de outros estados. Para tanto, será realizado um levantamento documental bibliográfico das literaturas sobre a urbanização amazônica, o esclarecimento acima do conceito de área construída e do uso de sensoriamento remoto para a extração da área construída. Posteriormente serão avaliadas as imagens de satélites da série LANDSAT, especialmente os satélites Landsat-8 e Landsat-9, para a extração de área construída no município de Santarém que é a área de estudo do presente projeto.

2 Introdução e Justificativa

O século XVII marcou o início da urbanização amazônica, quando os primeiros núcleos de povoação da região foram implementados por expedições jesuítas e seus planos de catequização. As aldeias missionárias também eram destinos de quem buscava pelas “drogas do sertão”: condimentos, madeiras, fármacos, enfeites, materiais de construção e especiarias, pois Portugal havia perdido mercados de produtores de especiaria no Oriente (CORRÊA, 1987, p. 44). Tais núcleos serviram como “ponta de lança para a ocupação do território” (BECKER, 2013, p. 11), desempenhando uma função geopolítica e de base logística para a expansão fronteiriça. Ao passar dos anos, os núcleos de povoação evoluíram seguindo processos históricos e geográficos diferentes. Ainda que de forma precária, ao serem dotados de

infraestrutura e serviços públicos que supriam as áreas agrícolas, esses núcleos deram origem às vilas e às diversas cidades amazônicas (CARDOSO; LIMA, 2006).

No século XIX já existiam diversos vilarejos e pequenas cidades na região, que inclusive empregavam trabalho escravo africano na selva amazônica. Entre 1850 até o fim da primeira guerra mundial, por volta de 1920, ocorre o marco regional da extração de borracha, produto que já era relevante, mas sempre atrás do fumo, do cacau e dos couros. É com a demanda externa por borracha, por produtos pneumáticos como os pneus de bicicleta e carros, que a Amazônia se insere na divisão internacional do trabalho, chegando a contribuir com 90% da produção mundial em 1890 (CORRÊA, 1987).

Atualmente, mais de 70% da população amazônica reside em áreas urbanas (IBGE, 2010), evidenciando a necessidade de inserir a temática urbana como uma questão central na proposição de políticas públicas regionais. Juntamente com outros fatores, o crescimento acelerado da população urbana na Amazônia – passando de 37,4% em 1970 para 44,9% em 1980, e 55,22% em 1991 – fez com que Becker (1995) cunhasse o termo *floresta urbanizada*.

As cidades são elementos centrais no contexto amazônico, pois constituem nós da rede urbana e por concentrarem a população da região. Contudo, o urbano na Amazônia contemporânea inclui tipologias de assentamentos humanos para além das cidades. Dispersos no território, projetos de assentamentos e de colonização, áreas de povos tradicionais e outros tipos de núcleos povoados concentram diferentes níveis de comércio e serviço, não permitindo a clara distinção sobre onde começa e onde termina o urbano (e o rural) da região (DAL’ASTA et al., 2012).

Até o final da década de 1950, apesar de ser uma região fornecedora de produtos que abastecem o mercado global, Becker e Stenner (2008) caracteriza a urbanização Amazônica como “Cidades da floresta”, aquelas integradas às dinâmicas da natureza e articuladas com outras cidades vizinhas, porém não bem integradas ao sistema político e econômico nacional e global e em suas formas de viver. Predominava-se na Amazônia um padrão de ocupação dendrítico – uma forma ramificada da rede urbana organizada em função de um rio principal e seus afluentes, à semelhança de uma árvore composta por tronco e ramificações ao longo das margens dos rios e de baixa penetração no território (CORRÊA, 1987; LEITÃO, 2009).

Entre a década de 60 e até metade dos anos 80, especialmente durante a ditadura militar, a ação estatal sobre a Amazônia teve como base um paradigma de economia de fronteira – no qual o crescimento econômico é baseado na incorporação de terras e na exploração dos recursos naturais percebidos como inesgotáveis. Embora o discurso do governo federal fosse a estruturação da integração nacional, a ocupação de vazios demográficos e o desenvolvimento

econômico, no plano ideológico, estava justificando a incorporação capitalista da Amazônia (BECKER; MIRANDA; MACHADO, 1990; CORRÊA, 1987)

Logo após os anos que sucederam a centralização autoritária na Amazônia e início dos anos 2000, houve uma propensão à concentração nas grandes cidades, com as capitais absorvendo uma parcela expressiva da população em relação aos municípios menores da mesma unidade federativa. Atualmente, o processo de urbanização amazônico é caracterizado pela proliferação de pequenas cidades e pelo crescimento das cidades médias e da sua importância na rede urbana (LEITÃO, 2009; TRINDADE JR, 1998, 2011).

Para o estado do Pará, alguns autores conceituam as cidades médias (NUNES; JÚNIOR; TRINDADE, 2016; PEREIRA, 2004; TRINDADE JR, 2004, 2011) como aquelas que não integram áreas metropolitanas e cuja população total varia entre 100 mil e 500 mil habitantes. Funcionalmente, essas cidades são referência para os pequenos núcleos urbanos de seu arredor, servindo como um importante fluxo de informação, pessoas, mercados e decisões políticas e desempenhando um papel de centralidade. Dentre as cidades médias amazônicas, pode-se destacar aquelas que tiveram um rápido crescimento demográfico, como Santarém e Marabá – ambas no Estado do Pará, que tiveram crescimento populacional anual superiores à 3% durante as décadas de 70 e 80 (RAMOS, 2014).

A reestruturação da rede urbana e os novos papéis que as cidades desempenham confirmam um novo perfil produtivo, de mercado de trabalho e da importância dos núcleos urbanos amazônicos, rompendo antigos padrões de organização espacial. Agora a lógica urbana tende mais ao que Trindade Jr (2010) denomina de “Cidades na floresta”, onde as demandas externas a região se tornam prioridade e os paradigmas urbanos cotidianos vem a substituir os valores tradicionais. A riqueza local passa a ser explorada pelo olhar dos estrangeiros, impulsionada por capital externo, portanto de forma predatória e homogeneizadora de um território mais complexo do que os modelos já existentes podem otimizar. Existe uma *urbanodiversidade* (TRINDADE JR, 2011) no território amazônico, ou seja, existem diferentes e plurais realidades urbanas na região com diferentes tipos e níveis de cidades.

No entanto, as bases gerais de mapeamento urbano tendem a não captar toda a *urbanodiversidade* da Amazônia, conforme demonstrou o experimento de Gonçalves et al. (2021). Os autores analisaram a extensão urbana detectada em sete bases gerais de mapeamento apoiadas em dados de sensoriamento remoto para o ano de 2010. Foram analisadas a consistência e a concordância entre bases de mapeamento para seis cidades paraenses, com o uso de uma grade regular. As maiores concordâncias entre as bases foram detectadas em áreas com padrões intraurbanos de densidades média e alta – nessas áreas, foram obtidas concordância acima de 90% entre as bases, ou seja, as áreas foram classificadas como urbanas

em pelo menos cinco bases. As maiores discordâncias entre as bases foram observadas no padrão de ocupação de baixa densidade - traços marcantes em muitas cidades amazônicas (DAL'ASTA et al., 2012).

As abordagens metodológicas que utilizam técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para estudar cidades brasileiras concentram-se em regiões metropolitanas do Sudeste ou em regiões de alta densidade construtiva (DOS SANTOS et al., 2022; KUFFER; PFEFFER; SLIUZAS, 2016). Embora se tenha uma produção local rica e significativa sobre o urbano amazônico¹, percebe-se que tais estudos ainda não entraram na pauta das políticas públicas da região. Soma-se a isso, a carência de bases de dados e séries cartográficas em cidades da Amazônia (CARDOSO et al., 2020).

É neste contexto que o sensoriamento remoto pode auxiliar no estudo de cidades amazônicas, ao ser uma tecnologia que possibilita o ganho de informações que amparam o processo decisório por parte dos gestores públicos (ANDRIES et al., 2019; CORRÊA, 2007; DE ALMEIDA, 2010; KUFFER; PFEFFER; PERSELLO, 2021; KURKDJIAN, 1993; NETZBAND; STEFANOV; REDMAN, 2007; WEIL, 1975; WENG; QUATTROCHI, 2018). Os dados obtidos por sensoriamento remoto oferecem inúmeras oportunidades de mapeamento e monitoramento urbano. Eles servem como base de indicadores físicos, climáticos e socioeconômicos, fornecendo dados quantitativos que são temporalmente e espacialmente consistentes, sendo uma alternativa aos levantamentos tradicionais – como os provenientes do censo demográfico. Depois de traduzidos em informações e atualizados regularmente, esses dados podem apoiar o planejamento urbano.

Utilizando sensoriamento remoto para estudar o urbano amazônico, Gonçalves (2021) elaborou uma definição de Área construída para expressar a urbanização em cidades amazônicas. Segundo o autor, Área construída corresponde à identificação dos elementos que estruturam e moldam a área urbanizada – como as casas, ruas, lotes, edificações, arruamentos, áreas verdes internas a cidade, entre outros – considerando a possibilidade de detecção de tais elementos construídos a partir de imagens de satélite.

Dado o contexto apresentado, questiona-se: Considerando toda a *urbanodiversidade* da Amazônia, como os dados de sensoriamento remoto podem contribuir para identificação de área construída? Em relação às cidades médias de rápido crescimento populacional, como se caracterizou a expansão de área construída na última década?

¹ Destacam-se as produções desenvolvidas por pesquisadores dos seguintes grupos: Laboratório Cidades na Amazônia (LABCAM – UFPA), Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA – UFPA) e Laboratório de Investigação em Sistemas Socioambientais (LISS – INPE).

3 Objetivos

Para responder as questões levantadas, o objetivo geral deste trabalho é classificar temporalmente, entre 2012 e 2022, a área construída de uma cidade média amazônica de rápido crescimento, a partir de imagens de sensoriamento remoto. Será adotado como área de estudo o município de Santarém – no oeste do estado do Pará, na Amazônia Legal Brasileira. Adicionalmente, os seguintes objetivos específicos são propostos:

- a) Avaliar as imagens de satélites da série LANDSAT, especialmente os satélites Landsat-8 e Landsat-9, para a extração de área construída;
- b) Avaliar métricas texturais e índices biofísicos para extração de área construída;
- c) Caracterizar a expansão recente da área construída em Santarém.

4 Metodologia

A metodologia pode ser sintetizada cinco seis etapas, sendo elas:

1. Pesquisa e revisão bibliográfica sobre o área construída, sensoriamento remoto e urbanização amazônica.
2. Pré-processamento das imagens de satélite e construção de bases de informação adicionais, como índices biofísicos e métricas texturais.
3. Classificação temporal da área construída a partir das imagens de satélite.
4. Caracterização da expansão recente de área construída em Santarém.
5. Análise dos resultados.

5 Viabilidade

O presente projeto de pesquisa foi projetado para ser executado utilizando exclusivamente dados e ferramentas gratuitas e de livre acesso. Ainda que a área de estudo se localize no município de Santarém, não será necessária uma visita de campo, uma vez a pesquisa bibliográfica pode ser feita virtualmente e que o sensoriamento remoto é uma ciência que obtém informações da superfície terrestre sem o contato físico entre o alvo e o sensor.

A pesquisa também será realizada em conjunto com pesquisadores do Laboratório de Investigação em Sistemas Socioambientais (LISS), do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE). Neste sentido, o debate de textos teóricos e da abordagem metodológica estarão amparados pela reflexão e contribuição coletiva.

6 Cronograma de atividades

1. Etapa 1 – Revisão bibliográfica e documental.

Etapa 1.a: O conceito de área construída.

Etapa 1.b: O uso de sensoriamento remoto para extração de área construída.

Etapa 1.c: A urbanização amazônica.

2. Pré-processamento das imagens de satélite.
3. Classificação temporal da área construída.
4. Caracterização da expansão recente da área construída em Santarém.
5. Relatório Final.

Tabela 1 – Cronograma de atividades previstas

Etapa	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1.a.	X	X	X									
1.b.	X	X	X									
1.c.	X	X	X									
2			X	X	X							
3					X	X	X	X	X	X	X	
4									X	X	X	
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Referências

- ANDRIES, A. et al. Translation of Earth observation data into sustainable development indicators: An analytical framework. **Sustainable Development**, v. 27, n. 3, p. 366–376, 2019.
- BECKER, B. K. Undoing myths: the Amazon-an urbanized forest. **Man and the biosphere series**, v. 15, p. 53, 1995.
- BECKER, B. K. **A Urbe Amazônica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamound, 2013. v. 1
- BECKER, B. K.; MIRANDA, M.; MACHADO, L. O. **Fronteira amazônica: questões sobre a gestão do território**. 1. ed. Brasília: UnB, 1990.
- BECKER, B.; STENNER, C. **Um futuro para a Amazônia**. [s.l.] Oficina de Textos, 2008.
- CARDOSO, A. C. D. et al. Morfologia urbana das cidades amazônicas: a experiência do Grupo de Pesquisa Cidades na Amazônia da Universidade Federal do Pará. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020.
- CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. **Tipologias e padrões de ocupação urbana na Amazônia Oriental: para que e para quem**. 1. ed. Belém, Brazil: edUFPA, 2006.
- CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 4, n. 3, p. 39–68, 1987.
- CORRÊA, R. L. Diferenciação sócio-espacial, escala e práticas espaciais. **Revista Cidades**, v. 4, n. 6, 2007.

DA TRINDADE JÚNIOR, S.-C. C. Cidades na floresta: os “grandes objetos” como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 51, p. 113–137, 2010.

DAL’ASTA, A. P. et al. Identifying Spatial Units of Human Occupation in the Brazilian Amazon Using Landsat and CBERS Multi-Resolution Imagery. **Remote Sensing**, v. 4, n. 1, p. 68–87, 4 jan. 2012.

DE ALMEIDA, C. M. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. **arq. urb.**, n. 3, p. 98–123, 2010.

DOS SANTOS, B. D. et al. O ESTADO DA ARTE DA UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NA IDENTIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NO BRASIL. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 1, n. 1, p. 1–15, 2022.

GONÇALVES, G. C. **CONTRIBUIÇÃO DE MÉTRICAS DE TEXTURA EM CLASSIFICAÇÃO PIXEL-A-PIXEL PARA IDENTIFICAR ÁREAS CONSTRUÍDAS DE CIDADES AMAZÔNICAS**. Dissertação—São José dos Campos: INPE, 2021.

KUFFER, M.; PFEFFER, K.; PERSELLO, C. **Special issue “remote-sensing-based urban planning indicators”** *Remote sensing* Multidisciplinary Digital Publishing Institute, , 2021.

KUFFER, M.; PFEFFER, K.; SLIUZAS, R. Slums from space—15 years of slum mapping using remote sensing. **Remote Sensing**, v. 8, n. 6, p. 455, 2016.

KURKDJIAN, M. Aplicações de sensoriamento remoto ao planejamento urbano. **São José dos Campos, INPE**, 1993.

LEITÃO, K. O. **A dimensão territorial do Programa de Aceleração do Crescimento: um estudo sobre o PAC no Estado do Pará e o lugar que ele reserva à Amazônia no desenvolvimento do país**. . Tese (Doutorado)—São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

NETZBAND, M.; STEFANOV, W. L.; REDMAN, C. **Applied remote sensing for urban planning, governance and sustainability**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2007.

NUNES, D. A.; JÚNIOR, S.-C. C. DA T.; TRINDADE, G. O. DA. Cidades médias na Amazônia brasileira: da centralidade econômica à centralidade política de Marabá e Santarém (Estado do Pará). **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 29, 2016.

PEREIRA, J. C. M. **Importância e significado das cidades médias na Amazônia: uma abordagem a partir de Santarém (PA)**. Belém: [s.n.].

RAMOS, F. R. **ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS PADRÕES DE URBANIZAÇÃO EM CIDADES MÉDIAS DA AMAZÔNIA**. São Paulo: [s.n.].

TRINDADE JR, S.-C. C. DA. **A Cidade dispersa: os novos espaços de assentamentos em Belém e a reestruturação metropolitana**. . Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geografia Humana)—São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

TRINDADE JR, S.-C. C. DA. A questao urbana, o estatuto da cidade e o desafio da sustentabilidade na Amazonia. In: **Políticas publicas e gestao local**. 1. ed. Belém: FASE, 2004. p. 55–66.

TRINDADE JR, S.-C. C. DA. Cidades médias na Amazônia Oriental: das novas centralidades à fragmentação do território. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 13, n. 2, p. 135, 2011.

WEIL, K. E. **Planejamento empresarial** SciELO Brasil, , 1975.

WENG, Q.; QUATTROCHI, D. A. **Urban remote sensing**. [s.l.] CRC press, 2018.