

# CARACTERIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA E SEUS PADRÕES EM DUAS CIDADES AMAZÔNICAS

Gabriel Crivellaro Gonçalves<sup>1</sup>, Silvana Amaral<sup>2</sup>, Maria Isabel Sobral Escada<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, CEP 515, CEP 12227-010, São José dos Campos – SP, Brasil, <sup>1</sup>gabriel.goncalves@inpe.br; <sup>2</sup>silvana.amaral@inpe.br; <sup>3</sup>isabel@dpi.inpe.br

## RESUMO

A Amazônia possui grande diversidade social e econômica, é um território dinâmico e heterogêneo. Algumas cidades aumentaram seus tecidos urbanos em decorrência da especulação imobiliária que força e implantação de loteamentos que não condizem com o crescimento populacional. Este trabalho objetivou identificar qual o padrão de expansão urbana predomina e quais classes de cobertura do solo são urbanizadas nas cidades de Sinop - Mato Grosso e Itaituba - Pará. Através de dados do TerraClass, classificações de imagens Landsat nos períodos de 1984, 2000 e 2017 e métricas de paisagem foram determinados os padrões de crescimento urbano. Os resultados mostram que as cidades cresceram preferencialmente em áreas economicamente ativas, 60% em Sinop e 65% em Itaituba. Com padrão predominante de extensão, onde novas áreas urbanas são criadas contínuas a mancha urbana principal.

**Palavras-chave** — Crescimento urbano, Amazônia, mudanças de uso e cobertura.

## ABSTRACT

The Amazon has great social and economic diversity, it is a dynamic and heterogeneous territory. Some cities have increased their urban extent as a result of the real estate speculation that forces and implantation of subdivisions that do not match the population growth. This work aimed to identify the predominant urban expansion pattern and which land cover classes are urbanized in the cities of Sinop - Mato Grosso and Itaituba - Pará. Using TerraClass data, classifications of Landsat images in the periods of 1984, 2000 and 2017 and landscape metrics, urban growth patterns were determined. The results showed that cities grew preferentially in economically active areas, 60% in Sinop and 65% in Itaituba. With predominant pattern of extension, where new urban areas are continuously created as a major urban spot.

**Key words** — Urban growth, Amazon, changes of land use and coverage.

## 1. INTRODUÇÃO

Diferentes processos sociais, econômicos e ambientais direcionam o uso e ocupação do solo na Amazônia. Algumas cidades consolidadas na Amazônia apresentam nas

últimas décadas aumento nas taxas de crescimento populacional, derivando o aumento de áreas impermeabilizadas. Porém, em sentido oposto, cidades como Itaituba-PA, testemunham a implementação de inúmeros loteamentos nas periferias urbanas, mesmo com baixas taxas de crescimento populacional observadas em contagens populacionais [1].

O termo floresta urbanizada é proposto por [2] para reforçar a necessidade de se discutir os espaços urbanos como parte do ambiente em constante transformação. Porém a maior parte da Amazônia é reconhecida como região rural, onde apenas se desenvolvem atividades agrícolas e pecuárias e o crescimento urbano nessas áreas é tratado como um crescimento temporário [3].

Em nível nacional, [4] afirma-se que a expansão das cidades brasileiras, na grande maioria, associa os interesses públicos aos interesses de empresas de grande porte, não atendendo as necessidades sociais do conjunto dos cidadãos. Esse fato fomenta a expansão horizontal, a especulação fundiária e imobiliária, a fragmentação e o espraiamento do tecido urbano [4, 5].

A partir do exposto, o trabalho objetivou identificar qual o padrão de expansão urbana é predominante e quais classes de cobertura do solo são mais predominantemente urbanizadas, replicando a metodologia de [6] nas cidades de Sinop - Mato Grosso e Itaituba - Pará.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para determinar os padrões de crescimento e o histórico de transição de uso da terra, foram utilizados dois procedimentos metodológicos, o primeiro deles baseia-se no trabalho de [7] no qual caracteriza as estruturas urbanas quanto a configuração da mancha urbana em diferentes tempos e como elas evoluem entre os períodos.

Para realizar a caracterização dos padrões de crescimento urbano, foram analisados três tipos de padrões; **Preenchimento**: Todos novos desenvolvimentos em áreas já urbanizadas; **Extensão**: Novos desenvolvimentos em áreas externas contíguas a mancha urbana principal; **Leapfrog**: Novos desenvolvimentos em áreas não contíguas a mancha urbana.

O segundo procedimento baseia-se em trabalhos como [8, 9, 10]. Nesta metodologia, adaptada, o objetivo é analisar o histórico de transição de uso e cobertura da terra através de matrizes de transição e dados de uso e cobertura (TerraClass).

## 2.1. Áreas de estudo

No presente trabalho foram analisadas duas cidades situadas no bioma Amazônia, Itaituba, localizada no sudoeste do estado do Pará e, Sinop, principal cidades do norte do Mato Grosso (Figura 1).

Sinop situa-se na porção médio norte do estado do Mato Grosso, possui uma área de 3942,23 km<sup>2</sup> e população de 113.099 habitantes em 2010 e 139.935 habitantes estimados em 2018 [1].

Sinop foi fundada em 1974 pela colonizadora Sinop, a partir de incentivos do governo federal para ocupação da região norte brasileira. Ao início da década de 1990 mais de 500 madeireiras haviam se instalado na região, resultado da exploração madeireira, a qual tornava-se a principal economia do município. Entretanto, devido a exaustão dos estoques de madeira, o agronegócio tomou a liderança na economia com a conversão das novas áreas abertas em pastagens e posteriormente em agriculturas [12]. Hoje Sinop é um centro microrregional, diversas cidades do entorno a buscam para prestação de serviços, comércio, saúde e educação.

Itaituba é uma cidade classificada como centro sub-regional pelo IBGE, a população estimada para 2018 é 101.097 habitantes. Possui uma área de 62.042,472 km<sup>2</sup> e situa-se na região sudoeste do estado do Pará [1].

Segundo [1] a economia do município é composta 60% pela prestação de serviço, seguido de indústrias com 23,27% e 8,70% pela agropecuária. Entretanto, a mineração movimenta grande parte da economia informalmente, uma das principais motivações da formação da cidade. Recentemente, Miritituba, distrito do município que fica na margem leste do Rio Tapajós, se tornou alvo de diversas empresas nacionais e multinacionais para implantação de portos.

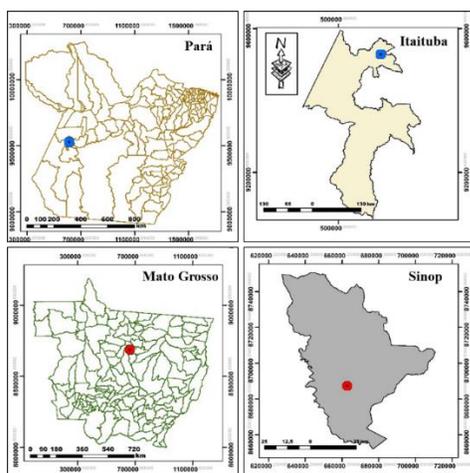


Figura 1. Localização das cidades de Itaituba - PA e Sinop - MT (Pontos azul e vermelho representam a sede dos respectivos municípios).

## 2.2. Dados

A caracterização dos padrões de crescimento urbano foi feita através da classificação de imagens Landsat. Foram analisados os anos de 1984, 2000 e 2017 (Tabela ). Todas as imagens foram obtidas da plataforma *EarthExplorer da U.S. Geological Survey*, com correção geométrica e atmosférica.

Tabela 1. Imagens Landsat utilizadas.

Cidade	Órbita/Ponto	Sensor	Composição de bandas	Data de aquisição
Itaituba - PA	228/63	Landsat 5 - TM	432	28/06/1984
	228/63	Landsat 5 - TM	432	08/06/2000
	228/63	Landsat 8 - OLI	543	25/07/2017
Itaituba - PA	227/68	Landsat 5 - TM	432	21/06/1984
	227/68	Landsat 5 - TM	432	09/05/2000
	227/68	Landsat 8 - OLI	543	25/07/2017

Na segunda etapa, foram utilizados dados do TerraClass (TC) [11] Sistema de monitoramento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - CRA e a Embrapa Amazônia Oriental (CPATU). Neste estudo foram utilizados dados de toda série temporal do TC, 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 nos estados do Pará e Mato Grosso.

## 2.3. Caracterização do crescimento urbano

As imagens na composição 432 (TM) e 543 (OLI) foram submetidas ao classificador de distância de *Mahalanobis*, devido assinaturas espectrais semelhantes entre áreas urbanas e solo exposto, grandes áreas não urbanas foram classificadas como urbana. Para remover essas áreas, as matrizes temáticas resultantes da classificação foram submetidas a ferramenta “limpa-pixel” no software Spring 5.5.3 com agrupamento mínimo de 8 pixels. Em complemento ao filtro limpa-pixel, através do editor matricial, no mesmo software, foram removidas outras áreas maiores que 8 pixels com auxílio de imagens de alta resolução no *Google Earth*.

A partir das imagens classificadas, foi possível realizar a caracterização dos padrões de crescimento urbano (preenchimento, extensão e *leapfrog*) pelo software Urban Analysis.

Neste trabalho seguimos a metodologia proposta por [6] onde as classes do mapa de uso e cobertura (TC), foram reclassificadas observando uma perspectiva de dimensão de renda potencial da terra obtida a partir dos diferentes usos. A partir das classes do TC foram criadas 3 novas classes:

**Baixo potencial de conversão** – Uso da terra em atividade econômica intensiva em capital – Classes TerraClass: Pasto Limpo e Agricultura Anual.

**Médio potencial de conversão** – Uso da terra em atividade econômica pouco capitalizada – classes TerraClass: Mosaico de ocupação e pasto sujo.

**Alto Potencial de conversão** – uso da terra sem atividade econômica (pode ser interpretado como proxy de reserva de terra) – classes TerraClass: Regeneração com pasto e vegetação secundária.

Para determinar quais eram os usos anteriores às áreas urbanas, foram utilizadas matrizes de transição. Através da intersecção das camadas vetoriais do TC em um tempo t0 e

t1 obtém-se a informação de quais usos uma determinada área conteve em um período de tempo

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas figuras 2 e 3 estão apresentados os mapas com os padrões de crescimento considerados para as cidades de Sinop e Itaituba, dentre os três períodos analisados. Visualmente podemos observar um grande crescimento urbano em Sinop no primeiro período (1984 – 2000) e segundo período (2000-2017), quase três vezes maior que Itaituba.

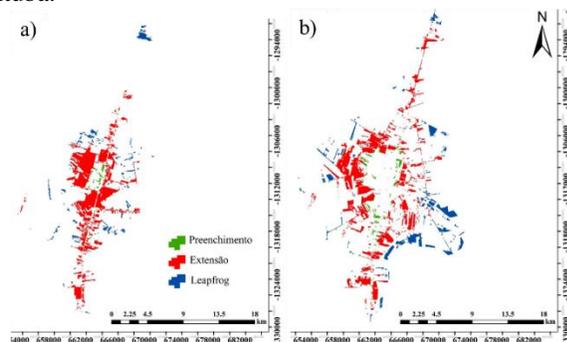


Figura 2. Mapa com os padrões de expansão urbana em Sinop – MT; a) 1984-2000; b) 2000-2017.

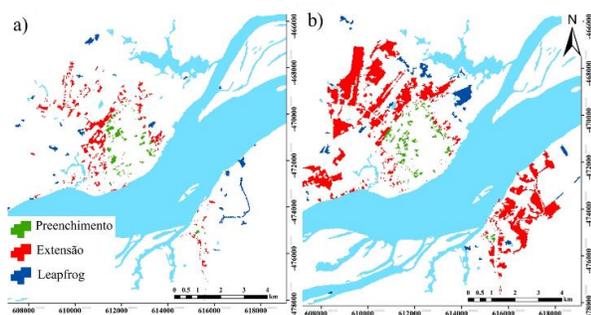


Figura3. Mapa com os padrões de expansão urbana em Itaituba – PA; a) 1984-2000; b) 2000-2017.

Em ambas as cidades, o padrão predominante de crescimento urbano foi do tipo extensão, demonstrando que as cidades tendem a ocupar as áreas mais próximas a mancha urbana principal. A distância do centro é um importante driver da alocação de terras às áreas urbanas. Em Sinop, o crescimento de extensão foi de 3.376 hectares (82,97%) no primeiro período e 4.204 hectares (69,82%) no segundo período. Esses valores corroboram com informações coletadas em campo na Secretaria de Desenvolvimento e Planejamento do município que relataram forte controle do plano diretor (PD) do município até os anos 2000, que resultou no crescimento do tecido urbano apenas nas áreas indicadas pelo PD. Após mudança na gestão e um grande incentivo do governo federal na criação de loteamentos habitacionais (Minha Casa Minha Vida – MCMV), houve um aumento na criação de loteamentos sem a devida fiscalização em áreas fora do PD,

como mostra o aumento do crescimento *Leapfrog* no segundo período de análise.

Em Itaituba-PA, o maior crescimento foi observado no segundo período analisado (2000-2017). Segundo informações coletadas em campo por Dal’Asta (2017) a implantação de vários novos portos em Miritituba (margem leste do Rio Tapajós), para escoamento da produção agrícola do norte do Mato Grosso e Sudoeste do Pará, estimulou a especulação imobiliária no município levando a criação de diversos novos loteamentos a partir de 2008.

Assim como Marabá e Santarém, no estado do Pará, analisado por [6], o padrão preenchimento apresentou menor expressão. Entretanto, esse resultado pode ter sido afetado pelo filtro aplicado nas matrizes temáticas após a classificação, uma vez que o padrão “preenchimento” é representado por poucos agrupamentos de pixels na imagem. O filtro resulta em uma generalização das informações que compõem as imagens classificadas.

Sinop destaca-se dentre as cidades analisadas no presente trabalho e por [6], devido a grande expansão urbana observada no período (10 mil hectares de aumento área entre 1984 e 2017), sendo o período de maior crescimento entre 2000 e 2017 (Figura 4).

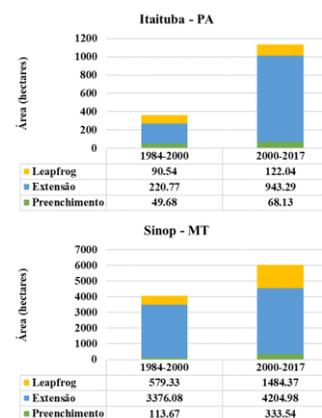


Figura 4. Gráfico com a área total de cada padrão de crescimento nos períodos analisados para Sinop e Itaituba.

A partir dos dados do TerraClass foi possível identificar quais classes de uso e cobertura foram preponderantes na conversão para superfícies urbanas. Com a metodologia aplicada supõe-se que terras com maior valor econômico (agricultura anual e pasto limpo) possuem menor potencial para conversão, entretanto, isso não foi observado nas cidades analisadas (Figura 5).

Em Itaituba – PA a classe pasto limpo foi a principal proxy de áreas urbanas contrariando essa hipótese. Em todos os anos analisados (2004 – 2014) pastagens foram preferenciais na conversão em solo urbano.

Sinop apresenta em quase todo seu território a predominância da classe agricultura anual, resultado de uma das mudanças na matriz econômica do município após a redução da indústria da madeira. O período de 2004 a 2008

demonstra a conversão completa da pastagem para outras coberturas e usos, como áreas urbanas e agricultura anual.

A análise mostra que o valor econômico da terra não é de fato a principal componente na decisão de qual área será convertida para urbano, e sim a disponibilidade de terras nas franjas da mancha urbana e distância aos centros comerciais e industriais.

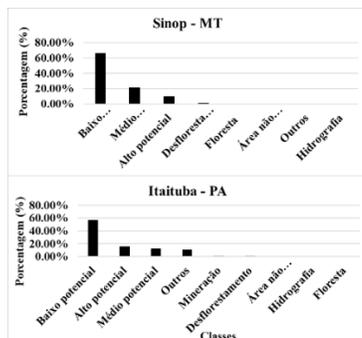


Figura 5. Gráfico com o percentual de cada classe convertida em área urbana entre 2004 e 2014.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstra a importância da utilização de geotecnologias para entender os processos dinâmicos do urbano. Diferentes metodologias permitem entender o histórico de conversão de uso e cobertura da terra e como isso interage com as mudanças do tecido urbano.

Sinop – MT e Itaituba- PA possuem históricos de ocupação distintos, entretanto, ambas as cidades apresentaram majoritariamente um crescimento do padrão extensão, mostrando que terras próximas das manchas urbanas tendem a ser escolhidas prioritariamente para conversão em loteamentos, condomínios e conjuntos habitacionais.

A hipótese definida por [6] de que terras economicamente ativas seriam de baixo potencial de conversão em urbano não se aplicou nas cidades estudadas neste trabalho. Uma vez que estas apresentaram áreas agrícolas pecuárias como principais usos do solo convertidos em áreas urbanas.

Dentre as cidades analisadas, Sinop apresentou maior crescimento nos dois períodos, com um total de 10 mil hectares de crescimento entre 1984 e 2010, corroborando com o que foi observado em campo em que foi possível constatar um grande número de loteamentos nos entornos da cidade.

Itaituba apresentou maior crescimento no segundo período observado (2000 – 2017), resultado da expansão portuária que se iniciou a partir do ano de 2008. Ao contrário de Marabá e Santarém – PA [6] Sinop e Itaituba não apresentaram conversão da classe floresta para áreas urbanas uma vez que os remanescentes florestais se encontram muito mais afastados das manchas urbanas.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao instituto nacional de pesquisas espaciais- projeto inpe e msa - bndes (processo número: 1022114003005) - sub-projeto 5 - trajetórias de padrões E processos na caracterização de novas dinâmicas de Desmatamento na Amazônia para infraestrutura e financiamento Apoio, suporte.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). Cidades. Rio Janeiro, 2018 Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br>> acesso em agosto de 2018.
- [2] Becker, B. K. A Urbe Amazônia: entre a floresta e a cidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- [3] Monte-Mór, R. L. M. Modernities in the Jungle: extended urbanization in the Brazilian Amazon. Ph.D. dissertation, University of California, Los Angeles (UCLA), 2004. Unpublished.
- [4] Santos, M. Urbanização brasileira. São Paulo, SP: EDUSP. 176 p. 2009.
- [5] Dal'asta, A.P.Amaral, S. Arcanjo, J.S. O Loteamento Urbano da Amazônia: Inferências a partir do Sensoriamento Remoto no Sudoeste do Pará. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos - Brasil. 2017.
- [6] Ramos, F. R. Três Ensaio Sobre A Estrutura Espacial Urbana Em Cidades Do Brasil Contemporâneo: economia urbana e geoinformação na construção de novos olhares. Tese. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, Brasil. 2014.
- [7] Angel, S.; Parent,J.; Civco, D.L.; Blei, A.M. Making Room for a Planet of Cities. Lincoln Institute of Land Policy. Policy Focus Report, 2011
- [8] Luck, M., Wu, J. A gradient analysis of urban landscape patterns: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. Landscape Ecology. n. 17, p. 327-339, 2002.
- [9] Zhang, L., Wu, J. Zhen, Y.,Shu, J. A Gis-Based Gradient Analysis of Urban Landscape Pattern Of Shangai Metropolitan Area, China. Landscape And Urban Planning. N. 69, P. 1-16, 2004.
- [10] Herold, M., Scepan, J., Keith, C. C. The Use Of Remote Sensing And Landscape Metrics To Describe Structures And Changing In Urban Land Uses. Environment And Planning A.V. 34, P. 1443-1458, 2002.
- [11] Almeida, C.A.; Coutinho, A.C.; Esquerdo, J.C.D.M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C.G.; Dessay, N.; Durieux, L.; Gomes, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. In: Acta Amazonica, Vol 46 (3) 2016: 291-302.
- [12] Teixeira, L. A colonização no norte de mato grosso: o exemplo da gleba celeste. Presidente Prudente, 2006: Dissertação de Mestrado. Unesp, p. 117.