



Dados Espaciais para Identificação de Áreas Periurbanas em Municípios Amazônicos

Spatial Data for Identification of Periurban Areas in Amazonian Municipalities

Gilberto Eidi Teramoto Oliveira ¹, Thales Sehn Korting ² e Silvana Amaral ³

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil. gilbertoeidi@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0141-7313>

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil. thales.korting@inpe.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0876-0501>

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil. silvana.amaral@inpe.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4314-7291>

Recebido: 04.2023 | Aceito: 03.2025

Resumo: Com a expansão de áreas urbanas no mundo, estudos são realizados para analisar áreas adjacentes influenciadas por áreas urbanas, sendo estas áreas influenciadas denominadas de periurbanas. Além de poucos trabalhos serem realizados para o tema no sul global, as áreas periurbanas apresentam características distintas mesmo dentre as regiões do Brasil, dificultando a criação de metodologias para identificação de áreas periurbanas. Portanto, o presente trabalho buscou contribuir para a compreensão das definições de áreas periurbanas em municípios amazônicos e elaborar uma metodologia para sua identificação. As áreas periurbanas foram identificadas a partir de dados e ferramentas de análise espacial. Para replicação do método, foram utilizados dados e softwares abertos. Os materiais utilizados consistem em dados matriciais e vetoriais tratados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e plataformas gratuitas para processamento de imagens. O método foi aplicado para dois municípios amazônicos no Brasil, Santarém (Pará) e Cametá (Pará). Estes foram escolhidos para avaliar a delimitação em municípios com características distintas e a flexibilidade do método elaborado. O resultado foi comparado a outro método de delimitação de áreas periurbanas em municípios amazônicos e avaliações das delimitações foram realizadas. Buscou-se analisar se o periurbano proposto foi capaz de considerar áreas e ocupações características da região amazônica. Para análises comparando a área periurbana proposta com uma área periurbana de referência utilizou-se de dados espaciais sobre ocupações humanas e serviços, dados demográficos e imagens de satélite. O artigo finaliza com considerações sobre o método proposto, suas contribuições e análises que podem ser feitas em futuros trabalhos.

Palavras-chave: Periurbano. Municípios Amazônicos. Dados Espaciais.

Abstract: With the expansion of urban areas in the world, studies are being conducted to analyze adjacent areas influenced by urban areas and influenced areas are called peri-urban. In addition, the few works carried out on the subject in the global south, as peri-urban areas have different characteristics even among regions of Brazil, making it difficult to create methodologies for identifying peri-urban areas. Therefore, the present work sought to contribute to the understanding of the definitions of peri-urban areas in Amazonian municipalities and to elaborate a methodology for their identification. Periurban areas were identified using data and spatial analysis tools. To replicate the method, open data and software were used. The materials used consist of matrix and vector data treated in Geographic Information Systems (GIS) and free platforms for image processing. The method was applied to two Amazonian municipalities in Brazil, Santarém (Pará) and Cametá (Pará). These were chosen to evaluate the delimitation in municipalities with different characteristics and the flexibility of the elaborated method. The result was compared to another method of delimitation of peri-urban areas in Amazonian municipalities and estimations of the delimitations were carried out. We sought to analyze whether the proposed periurban was able to consider areas and occupations characteristic of the Amazon region. To analyze comparing the proposed peri-urban area with a reference peri-urban area, spatial data on human occupations and services, demographic data and satellite images were used. The article ends with considerations about the proposed method, its contributions and analyses that can be done in future works.

Keywords: Periurban. Amazon Municipalities. Spatial Data.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, 54% da população mundial vive em áreas urbanas e a estimativa é que aumente para 66% até 2050 o que traz desafios de planejamento das áreas urbanas e suas adjacências (United Nations, 2018), que podem ser genericamente denominadas de áreas periurbanas. Essas áreas são interfaces entre áreas urbanas e rurais capazes de integrar ambientes e auxiliar no bem-estar de suas populações (United Nations-Habitat, 2016). Porém, estudos que abordam a importância e contribuições das áreas periurbanas têm como desafio a definição do conceito e as ferramentas objetivas para identificá-las em contextos locais.

Áreas periurbanas possuem características tanto de áreas urbanas como rurais, possuindo diferentes descrições utilizadas para sua compreensão (Salem, 2015). Numa síntese de trabalhos sobre o conceito, Woltjer (2014) identifica que o periurbano é definido em diversos países como áreas localizadas além das áreas urbanas, com uma mistura de usos do solo, de características rurais e urbanas. Porém, especificidades e características variam de acordo com diferentes locais.

Para analisar as características e dinâmicas das áreas periurbanas é preciso definir o que se entende por periurbano. Existem diferentes conceituações, como: na China (Feng et al., 2020), onde o periurbano está relacionado à proximidade de áreas urbanas; na Europa (Cattivelli, 2020), onde sua definição está relacionada à questão da densidade populacional e da oferta de serviços; e na América Latina (Ortiz Báez et al., 2020), onde está associado às desigualdades sociais como produto do distanciamento dos centros urbanos. Isso significa que a definição a ser utilizada deve considerar aspectos físicos-ambientais e histórico sociais de cada local, além do enfoque de estudo que será realizado.

O presente artigo tem por objetivo apresentar uma metodologia para identificação de áreas periurbanas em municípios amazônicos utilizando dados e técnicas de análise espacial. Inicialmente, a partir de revisões bibliográficas caracterizou-se conceitualmente as áreas periurbanas para o contexto de municípios amazônicos, de modo a se propor procedimentos metodológicos, baseados em dados e análises geográficas, para a identificação destas áreas. Como teste de conceito, a metodologia foi aplicada em dois municípios paraenses (Santarém e Cametá), e os resultados comparados com outras abordagens. Dados populacionais e imagens de satélite possibilitaram avaliar as diferenças das áreas identificadas. A identificação destas áreas visa contribuir para a elaboração de políticas de planejamento territorial que considerem áreas para preservação ambiental e também territórios de comunidades tradicionais possíveis de serem influenciados por dinâmicas urbanas.

1.1 Definições e métodos espaciais para identificação de áreas urbanas e periurbanas em municípios amazônicos

Para a identificação das áreas periurbanas são necessárias a definição e os limites prévios das áreas urbanas, o que nem sempre é trivial. Não existe uma definição consensual para área urbana, pois seu conceito varia de acordo com os países, suas políticas e características espaciais (United Nations-Habitat, 2021). No Brasil, a diferenciação de espaços urbanos e rurais possui uma determinação legal, estabelecendo o urbano como áreas de cidades e vilas, enquanto o espaço rural é composto pelo restante do município (Lima, 2016).

O território amazônico detém uma vasta diversidade social, ambiental e econômica historicamente resultante de disputas geopolíticas (Becker, 2005). Essa heterogeneidade social e espacial foi moldada por processos de ocupação, desde a colonização portuguesa no século XVII até os programas de ocupação criados pelo governo brasileiro no século XX (Cardoso et al., 2018). As características de ocupação e o processo de urbanização na região amazônica não correspondem ao ocorrido em outras regiões do Brasil, e por isso apresentam particularidades. Como exemplo, vemos a consolidação de ocupações humanas próximas aos grandes rios baseadas nos antigos aldeamentos e ocupações portuguesas (Cardoso & Rodrigues, 2020) e o surgimento de pequenos núcleos rurais distantes dos rios no século XX (Corrêa, 1987).

A urbanização na região amazônica pode ser compreendida, além da determinação legal, como uma urbanização extensiva. Esse conceito considera a influência da dinâmica urbana-industrial e de que forma ela avança sobre outras áreas e influencia as dinâmicas sociais, redefinindo-as e integrando-as às dinâmicas econômicas globais (Monte-Mór, 1994). Essa definição permite compreender a urbanização como uma transformação da sociedade e de seus valores, resultante de novas formas de ruralidades/urbanidades e suas

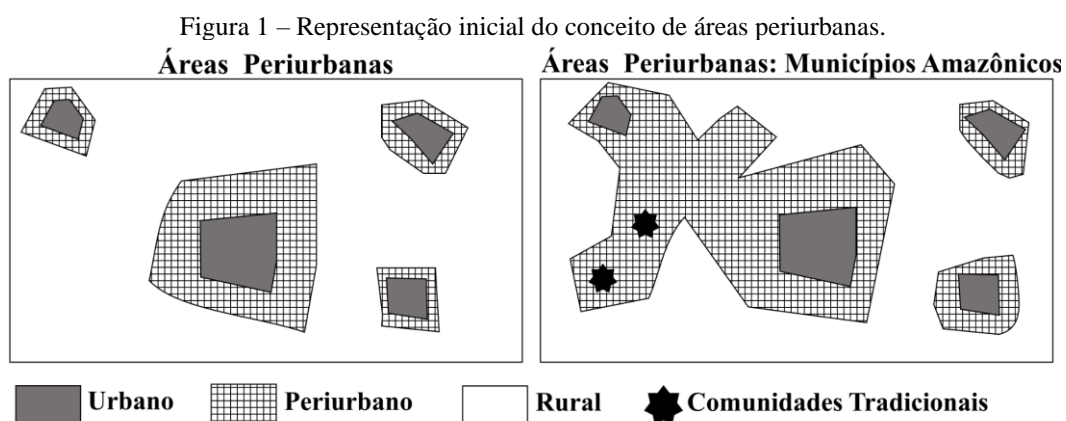
paisagens (Côrtes et al., 2020). Assim, o fenômeno urbano se manifesta para além das representações físicas. Nos termos de Lefebvre (2008, p.19), o fenômeno urbano extrapola as bases materiais, podendo ser compreendido como um sistema de objetos e sistema de valores. O sistema de objetos é composto por representações físicas na dinâmica urbano industrial, como a água, carros, utensílios etc. Os sistemas de valores são identificados como visões sobre o modo de vida, como uma racionalidade.

Como este trabalho visa propor um método de identificação de áreas periurbanas por meio de dados e técnicas espaciais, serão considerados apenas os aspectos físicos do urbano, denominados como áreas urbanas. As áreas urbanas serão caracterizadas pela presença de construções, arruamentos de vias e estradas, com ocupação humana e presença de serviços e comércio, em áreas delimitadas como urbanas pelos municípios, localizadas na sede do município e em áreas distantes das sedes (IBGE, 2013). A influência das áreas urbanas será considerada para caracterização das áreas periurbanas.

Áreas periurbanas são genericamente descritas como espaços de transição entre áreas rurais e urbanas que apresentam misturas de dinâmicas econômicas e sociais (Ortiz Báez et al., 2020). Existem dois fatores para caracterizar as áreas periurbanas: localização e aspectos socioambientais (Varkey & Manasi, 2019). Espacialmente as áreas periurbanas são locais posicionados entre áreas urbanas e rurais, e seus aspectos socioambientais variam de acordo com cada local. A partir dessa definição, estudos de caso sobre áreas periurbanas realizam as modificações necessárias para a aplicação do conceito (Woltjer, 2014).

O estudo de municípios amazônicos requer que características históricas da ocupação na região sejam consideradas. Áreas periurbanas não são apenas locais de transição entre áreas urbanas e rurais, mas locais de conflitos e disputas entre comunidades tradicionais e a lógica urbano-industrial (Cardoso & Cardoso, 2022). Assim, a articulação entre as áreas urbanas e comunidades tradicionais é uma característica do periurbano amazônico. Ao mesmo tempo, a influência das áreas urbanas impõe uma disputa de valores e de bases materiais entre as dinâmicas urbanas e as comunidades tradicionais.

Neste trabalho, o conceito de área periurbana corresponde espacialmente a locais entre áreas urbanas e rurais. Áreas periurbanas podem se localizar tanto próximas quanto distantes dos centros urbanos, desde que haja articulações e fluxos com as áreas urbanas (Cardoso et al., 2016). Elas correspondem também a um espaço necessário para a reprodução do modo de vida das comunidades tradicionais e suas dinâmicas de vida e os possíveis conflitos entre estas e as dinâmicas urbanas e econômicas do mundo urbano-industrial (Cardoso, 2021). Isso significa que as áreas periurbanas não necessitam estar contíguas à delimitação física das áreas urbanas ou estar a uma determinada distância, como representado de maneira simplificada na Figura 1.



Fonte: Os autores (2024).

No contexto do sensoriamento remoto, áreas urbanas podem ser definidas como a representação física do urbano no espaço. As áreas urbanas são compostas por uma diversidade de formas e materiais organizados de maneira complexa, incluindo superfícies de construções e vegetações presentes entre essas áreas (Maktav et al., 2005). Entretanto, existem limitações nos dados de sensoriamento remoto, seja pela resolução espacial, espectral ou temporal. Por exemplo, a identificação individual de construções habitacionais necessita tanto de uma resolução espacial que permita delimitar as áreas construídas, quanto de uma resolução espectral que permita o contraste entre a construção e o restante da imagem (Jensen, 2009).

De acordo com Bhatta (2010), para análises urbanas regionais, imagens de baixa resolução espacial (maiores que 250 m) produzem resultados satisfatórios. Imagens noturnas, com resolução espacial de 500 m, também têm sido indicadas para análises populacionais e da expansão urbana (Zhang & Seto, 2011). Assim, dados de luzes noturnas podem ser úteis em estudos sobre as ocupações e atividades humanas, de modo a delinear áreas que sejam compreendidas como áreas periurbanas (Li et al., 2021).

Modelos globais foram elaborados com a finalidade de análises populacionais globais e ambientais. Dentre esses modelos, o Trends.Earth permite a identificação de áreas periurbanas, considerando as áreas urbanas como superfícies impermeáveis e áreas periurbanas são obtidas a partir de sua distância às áreas urbanas, sendo ambas as delimitações realizadas a partir de limiares definidos pelo usuário (Conservation International, 2017). Uma metodologia proposta pela Comissão de Estatística das Nações Unidas (United Nations Statistical Commission, 2020) considera a densidade populacional para a delimitação de um gradiente urbano. A diferença entre áreas urbanas e periurbanas é feita a partir de um limiar de densidades populacionais consideradas urbanas e periurbanas. Apesar de auxiliarem em uma análise inicial sobre as áreas periurbanas, considerações sobre as finalidades e limitações desses métodos citados devem ser feitas ou novas delimitações devem ser realizadas.

Para municípios amazônicos, Cardoso (2021) propõe um método para a identificação de áreas periurbanas considerando características socioespaciais da região. Utilizando a localização de vilas no dado “Localidades” do IBGE, que caracteriza os tipos de ocupação e sua subordinação político-administrativa (cidade, vila, povoado etc.) baseados nos dados da malha censitária de 2010 (IBGE, 2021), a autora considerou que as áreas periurbanas são influenciadas pelas dinâmicas urbanas que entram em disputas e conflitos entre modos de vida tradicionais e a dinâmica urbano-industrial. A autora denomina esse periurbano como periurbano estendido. Assim, áreas de influência de cinco quilômetros foram utilizadas para delimitar áreas periurbanas, de modo a representar o território necessário para a reprodução dos modos de vida e seus conflitos.

Outros métodos para identificar e caracterizar áreas periurbanas amazônicas estão sendo propostos, como o atlas de estruturas híbridas produzidas pela urbanização da Amazônia oriental (Cardoso & Cardoso, 2022) e o estudo de Vicente e Cardoso (2020) para áreas de várzeas na Amazônia. Entretanto, esses métodos ainda necessitam de uma extensa coleta de informações locais e de trabalhos de campo.

Outras análises contribuem para a representação do fenômeno urbano em municípios amazônicos (Dal’Asta, 2016) ou para identificar diferentes paisagens oriundas da urbanização na região (Côrtes et al., 2020). Essas análises utilizam trabalhos de campo, mas também dados socioambientais especializados. O uso de dados especializados permite uma maior replicação do método para outras áreas e a diminuição de trabalhos de campo.

Novas metodologias podem contribuir para elaboração de procedimentos para a identificação de áreas periurbanas em municípios amazônicos utilizando dados, técnicas e análises espaciais. O presente trabalho propõe uma metodologia para identificar as áreas periurbanas nos municípios amazônicos brasileiros utilizando técnicas e dados espaciais. A metodologia criada busca contribuir para a demonstração de dados espaciais que possam ser utilizados em diferentes municípios sem a necessidade inicial de trabalhos de campo para delimitação de áreas periurbanas.

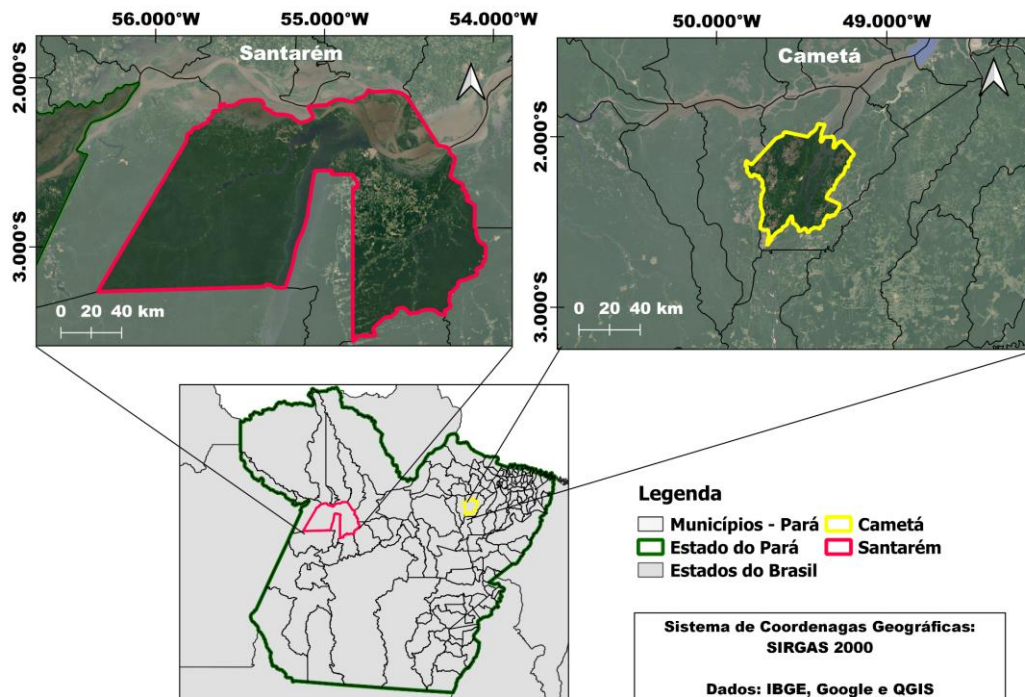
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os municípios paraenses de Santarém (27.875 km²) e Cametá (3.081 km²) foram escolhidos como áreas de estudo (Figura 2). A escolha se deu por possuírem diferentes características históricas e padrões de ocupação na região amazônica. Esses dois municípios foram escolhidos para verificar se a metodologia criada apresentaria resultados satisfatórios em municípios com características distintas.

No presente trabalho, a delimitação de Santarém corresponde à área anterior à emancipação de Mojuí dos Campos, com uma população estimada em 321.523 habitantes no ano de 2021 (IBGE, 2023). A escolha se deu para possibilitar uma análise de áreas com diferentes características num mesmo município, por conta da presença de áreas voltadas para atividades agrícolas, áreas de expansão urbana e comunidades tradicionais (Prefeitura de Santarém, 2006). Certos eixos viários contribuem para o direcionamento da expansão de áreas urbanas e podem se apresentar em conjunto à territórios de comunidades tradicionais (Gomes et al., 2017).

O município de Cametá tem uma população estimada de 140.814 habitantes (IBGE, 2023). A sede do município passou a ter áreas destinadas à expansão urbana com menor adensamento construtivo. Existem tanto aglomerados populacionais próximos às margens dos rios, quanto em áreas de expansão urbana próximas à sede municipal e a eixos de vias (Sakatauskas & Santana, 2015).

Figura 2 – Localização dos municípios de Santarém e Cametá.

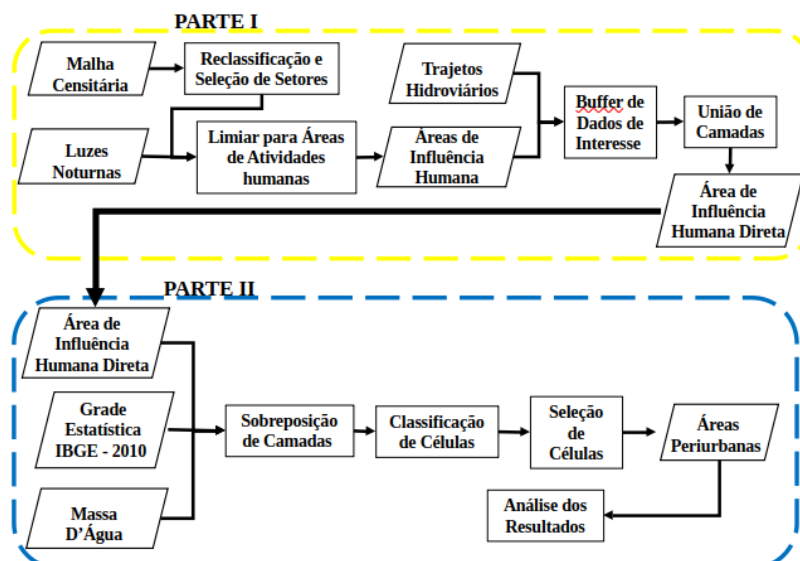


Fonte: Os autores (2024).

3 METODOLOGIA

Para facilitar sua replicação, a metodologia proposta é dividida em duas partes: a delimitação de uma área de influência humana direta e a delimitação de áreas periurbanas (Figura 3). Foram aplicados métodos de sobreposição de dados, criação de áreas de influência, união de dados, combinação de feições e reclassificação. Os procedimentos foram realizados nos programas *Terraview 5.6.3*, *QGIS 3.18.2* e a linguagem *Python 3* no ambiente *Jupyter*. A seguir, cada etapa da metodologia será detalhada.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia proposta.



Fonte: Os autores (2024).

3.1 Dados

Para realização da metodologia, foram selecionados dados diferentes para a Parte I e Parte II. Para a Parte I, foram utilizados: a malha censitária de 2020 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), imagens de satélite de luzes noturnas e trajetos do Censo Agropecuário. Para a Parte II, foram utilizados o resultado da Parte I, a grade estatística do IBGE de 2010, dados de massa d'água, dados do OpenStreetMaps (OSM) e imagens de satélite multiespectrais.

O IBGE possui métodos para definir áreas urbanas e rurais para a malha censitária utilizada no censo demográfico. As áreas urbanas são concebidas como áreas internas ao perímetro urbano ou separadas da sede municipal definidas como urbanas por lei municipal (IBGE, 2013). Os setores rurais são definidos a partir do restante dos setores não classificados como urbanos e sem aglomerados rurais. Utilizou-se a malha censitária intermediária de 2020, que traz informações atualizadas da delimitação dos setores censitários, mesmo sem dados demográficos. O dado foi elaborado para refinar e atualizar as delimitações da malha censitária de 2010 para sua utilização no censo demográfico de 2022, acompanhando as mudanças territoriais que afetam a forma e classificação dos setores censitários. Comparando ambas as malhas, não foram identificadas diferenças compreendidas como comprometedoras, principalmente na diferenciação de áreas consideradas urbanas com densas áreas construídas e áreas urbanas com poucas áreas construídas.

A grade estatística do IBGE é uma grade regular de células quadradas com determinados dados do censo demográfico de 2010 agregados. A grade é de formato vetorial com informações demográficas e diferenciação entre áreas urbanas e rurais. As células urbanas apresentam arestas de 200 metros, enquanto as rurais possuem arestas de 1 quilômetro. Esse dado foi elaborado para representar dados populacionais considerando o país, sendo o valor de suas arestas considerado ótimo para análises populacionais (IBGE, 2016).

Os trajetos do Censo Agropecuário de 2017 foram utilizados para identificar locais com fluxo de pessoas e mercadorias. O dado vetorial considera não apenas as estradas oficiais, mas caminhos percorridos pelos recenseadores (IBGE, 2022). Esses trajetos incluem caminhos realizados em rios, trilhas e em outros caminhos sem a presença de estradas oficiais, úteis para identificar locais com conexão às áreas urbanas.

O dado de massa d'água foi elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA) atualizado para o ano de 2020. O mapeamento inclui as massas d'água naturais (lagos, lagoas) e artificiais (reservatórios, açudes, represas), cursos d'água de margem dupla (representados através de polígonos) e reentrâncias do litoral brasileiro, como estuários, canais e baías (ANA, 2023). O dado permite identificar áreas de massas d'água em que a grade estatística do IBGE pode estar incluída.

Dados vetoriais sobre estradas e serviços são provenientes do projeto de mapeamento coletivo OSM. O projeto disponibiliza os dados de maneira livre e com atualização constante (OpenStreetMap, 2023). Embora nem todas as áreas possuam dados, estes ainda podem ser utilizados para complementar análises. Os dados permitem avaliar se as áreas possuem algum tipo de serviço, comércio, ocupação, dentre outros.

Foram utilizados dados de luzes noturnas do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) a bordo do satélite *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (SNPP). O sensor possui uma resolução espacial de 750 metros reamostrada para 500 metros. Sua quantização é de 14 bits, sensibilidade na ordem 10^{-11} W/cm²/sr/μm e uma amplitude espectral entre a faixa de 0,5 a 0,9 μm, detectando a radiação emitida por luzes na superfície terrestre (Elvidge et al., 2023). Foi gerado um mosaico de composições da banda *Day Night Band* (DNB) versão 1 ("vcmcfg") que corresponde a uma composição mensal livre de nuvens e dos efeitos de radiação lunar e de raios. Os dados estão disponíveis na plataforma *Google Earth Engine* (GEE) e permitem a identificação de áreas com presença de luz, que podem estar associadas a atividades ou equipamentos humanos, auxiliando na caracterização do território.

Por fim, foram utilizadas imagens do satélite CBERS-4A da Câmera Multiespectrais e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) para o ano de 2021. Foram utilizadas imagens com nível de processamento L4: ortorretificadas e com correção geométrica (INPE, 2023). Os dados são disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e possuem bandas espectrais na frequência do infravermelho (0,77 - 0,89 μm), vermelho (0,63 - 0,69 μm), verde (0,52 - 0,59 μm) e azul (0,45 - 0,52 μm), além da banda pancromática (0,45 - 0,90 μm). As bandas multiespectrais possuem resolução espacial de 8 metros e a banda

pancromática de 2 metros com um tempo de revisita de 31 dias. Devido à quantidade limitada de imagens sem cobertura de nuvens, os dados foram utilizados apenas para avaliações pontuais dos resultados obtidos.

3.2 Métodos

As etapas consistem na delimitação de uma área de influência humana direta e posterior delimitação de áreas periurbanas. A primeira etapa aplica métodos de sobreposição de dados, criação de áreas de influência, união de dados, combinação de feições e reclassificação. Da identificação inicial de áreas periurbanas, foi aplicada uma metodologia baseada na proposta de Pera e Bueno (2016) de reclassificação de setores censitários. O objetivo é reclassificar a malha censitária de acordo com a sua “classificação de situação”. O método foi modificado a fim de incluir ocupações periurbanas com características dos municípios amazônicos. Assim, os setores de povoados foram considerados periurbanos, pois apresentam comércios e serviços que indicam uma articulação entre a área e centros urbanos quando comparados a outros aglomerados, obtendo-se a reclassificação da Tabela 1. Os setores censitários reclassificados como urbano e periurbano foram selecionados para o próximo procedimento.

Tabela 1 – Reclassificação proposta por Pera e Bueno (2016) modificada.

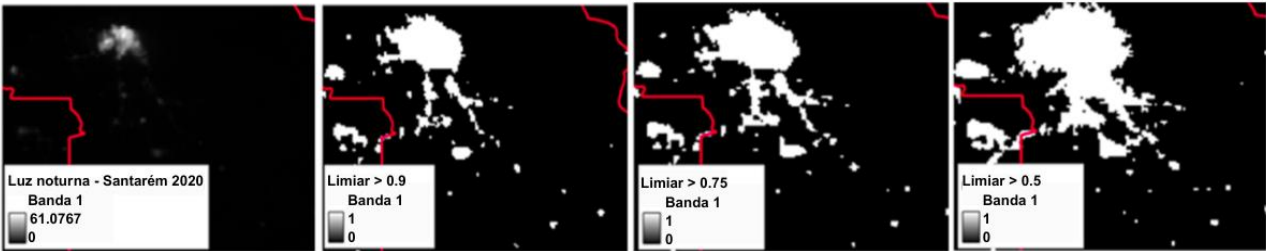
Código	Classificação de Situação (malha 2020)	Reclassificação
1	Área urbana com alta densidade de edificações	Urbano
2	Área urbana com baixa densidade de edificações (inclui expansão urbana, novos loteamentos, áreas verdes desabitadas, etc.)	Periurbano
3	Núcleo urbano (inclui as antigas áreas urbanas isoladas e aglomerados rurais de extensão urbana da metodologia do Censo 2010)	Periurbano
5	Aglomerado rural – povoado (caracterizado pela existência de comércio e serviços)	Periurbano
6	Aglomerado rural – núcleo (vinculado a um único proprietário, fazenda ou estabelecimento agropecuário)	Rural
7	Aglomerado rural - lugarejo (não dispõe de comércio e serviços como o povoado)	Rural
8	Área rural (dispersão de domicílios e estabelecimentos agropecuários)	Rural
9	Massa d’água (porções de água isoladas em setor censitário por motivos operacionais)	Massa d’água

Fonte: Os autores (2024).

Os setores reclassificados urbanos e periurbanos foram selecionados para realizar sobreposições com dados vetorizados de luzes noturnas. Os dados de luzes captam a emissão de luz de determinadas atividades, podendo identificar áreas com atividades humanas (Bragion et al., 2023). Portanto, optou-se por utilizar o termo “áreas com influência humana significativa”, para o resultado obtido no procedimento de sobreposição entre dados de luzes noturnas e setores censitários.

Limiares foram aplicados em dados de luzes noturnas para produção de uma imagem binária com os resultados correspondendo a: “0”, área sem influência humana direta; “1”, área com influência humana direta (Figura 4). A imagem binária foi vetorizada e feita a sobreposição das feições com valor “1” com os setores reclassificados urbanos e periurbanos. Os limiares foram testados até que 75% dos setores estivessem inseridos nos dados de luzes noturnas. A porcentagem foi um valor ótimo encontrado após testes empíricos. Não foi utilizada a inserção total dos setores, pois os dados de luzes noturnas não conseguem captar todos os tipos de ocupações em territórios amazônicos.

Figura 4 – Teste de limiares no dado de luz noturna.



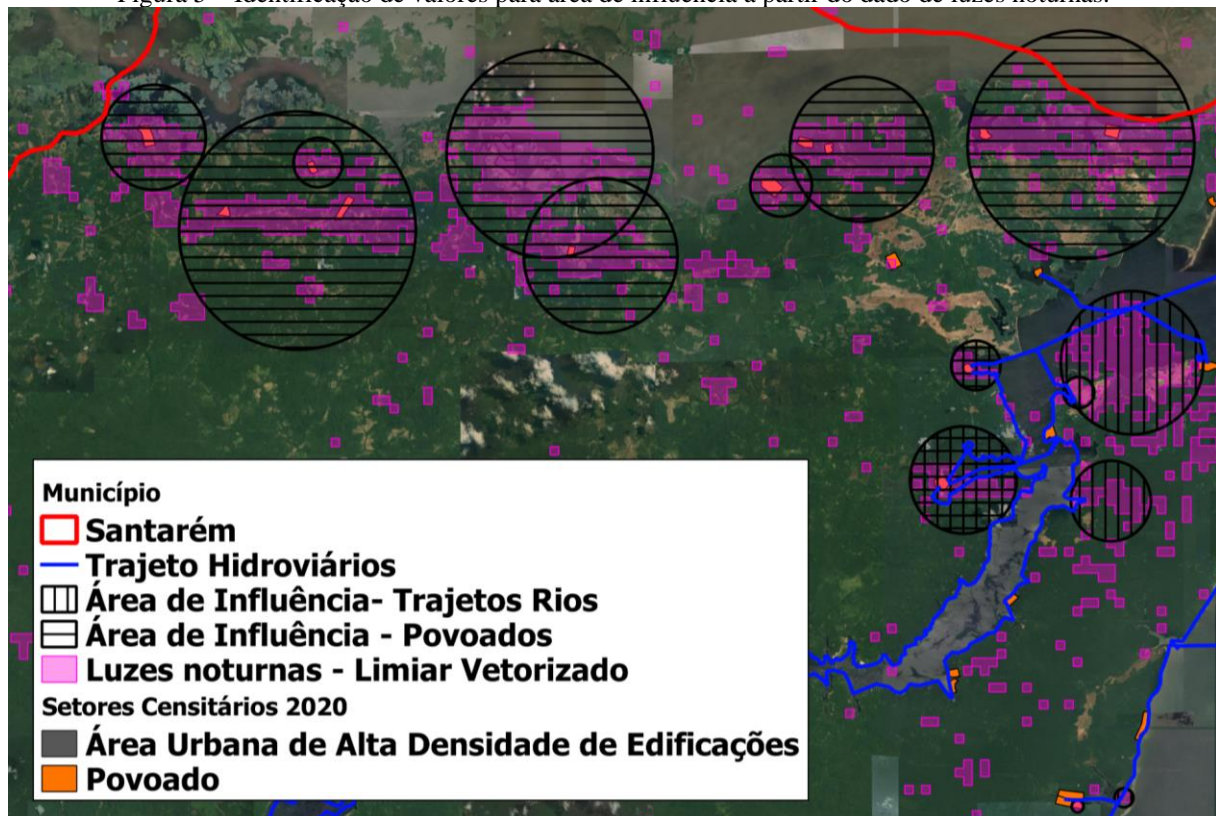
Fonte: Os autores (2024).

Em municípios amazônicos, atividades e locais como serrarias, olarias e ocupações com iluminação podem ser captados nas imagens de luzes noturnas (Amaral et al., 2015). Entretanto, núcleos populacionais podem não ser captados, devido à falta de iluminação ou à resolução espacial das imagens. Essas limitações devem ser consideradas para tentar melhor captar as ocupações e atividades presentes. Para incluir locais com possíveis ocupações e influência humana, foram criadas áreas de influência para os dados dos setores censitários de interesse que não foram sobrepostos pelas feições de influência humana direta da luz noturna e os trajetos em rios.

Foi realizado um procedimento específico para representar áreas ocupadas nas proximidades dos rios. A partir do dado de trajetos, foram selecionados os caminhos percorridos em rios. Das feições do dado “áreas com influência humana significativa”, foram selecionados os polígonos que intersectam com os trajetos de rios. A partir dos dados de luzes selecionados, foram estimadas uma área de influência média para os trajetos de rios. O valor foi obtido a partir da: distância entre o centróide dos polígonos de luzes noturnas e o limite do mínimo círculo envolvente das feições; área das feições de luzes noturnas sobrepostas; e análises visuais.

Para contemplar as áreas que podem ser utilizadas para manutenção dos modos de vida locais, realizou-se um procedimento similar. Neste caso, foram considerados os polígonos dos setores censitários classificados como urbanos e periurbanos não inseridos nos dados de luzes noturnas vetorizados. Estimativas para criar as áreas de influência foram elaboradas a partir dos setores inseridos nos dados de luzes noturnas e estão demonstradas na Figura 5. Encontrado os valores, as áreas de influência foram criadas tanto para os trajetos de rios quanto para os setores urbano e periurbano não capturados pelo dado de luz noturna.

Figura 5 – Identificação de valores para área de influência a partir do dado de luzes noturnas.

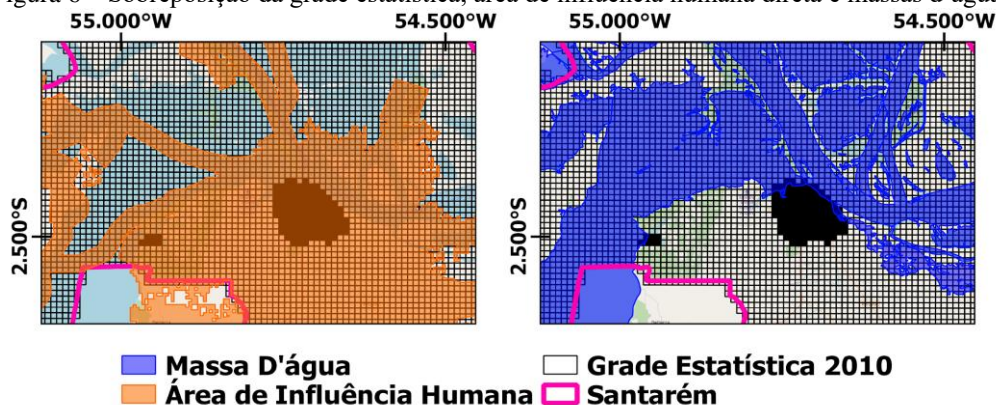


Fonte: Os autores (2024).

Após a criação das áreas de influência, os dados de luzes noturnas sem intersecção com os setores censitários urbanos ou de povoados foram excluídos. O procedimento foi realizado após a verificação de que, de maneira geral, as luzes noturnas sem intersecção podem corresponder a atividades temporárias ou não associadas à presença de população residente, como antigas áreas industriais e serviços não mais ativos. Por fim, as luzes noturnas e áreas de influência dos povoados e trajetos hidroviários foram unidos e dissolvidos para formar um único dado: áreas com influência humana significativa. A partir deste resultado foram realizados os procedimentos da segunda etapa da metodologia proposta.

A segunda etapa consiste em identificar as áreas periurbanas nas células da grade estatística do IBGE e classificar as demais células. Foram utilizados: o dado de áreas com influência humana significativa, grade estatística do IBGE e massa d'água (Figura 6). Foram selecionadas as células rurais da grade estatística que intersectam com a área de influência humana significativa. As células rurais selecionadas foram consideradas periurbanas, enquanto as restantes mantiveram sua classificação. A grade reclassificada foi sobreposta ao dado de massa d'água, sendo as células inseridas nas massas d'água classificadas como água. O procedimento foi realizado para que células totalmente inseridas em massas d'água não sejam consideradas periurbanas, prejudicando futuras análises. O resultado é a grade regular com células classificadas em: rural, urbano, periurbano e água.

Figura 6 – Sobreposição da grade estatística, área de influência humana direta e massas d'água.



Fonte: Os autores (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não existem delimitações administrativas oficiais das áreas periurbanas. Portanto, a avaliação do resultado foi realizada utilizando como referência a metodologia de Cardoso (2021) denominado de periurbano estendido, compreendendo uma delimitação geral para todos os municípios do estado do Pará. Comparando-se o resultado obtido com a delimitação do periurbano estendido foram verificadas áreas concordantes e discordantes entre os métodos.

A primeira constatação é de que existem diferenças das delimitações do periurbano estendido e o periurbano proposto. Comparando a malha censitária de 2010, que baseia o dado de localidades utilizadas para a identificação do periurbano estendido, com a malha de 2020 foi observado que alguns setores da malha de 2010 possuem maiores imprecisões na delimitação e localização dos setores. Deslocamentos de setores censitários haviam sido identificados em trabalhos anteriores na região amazônica (Amaral et al., 2015). Como a metodologia proposta utiliza a malha de 2020, os setores possuem correções na delimitação e localização se comparada a malha de 2010. Essa diferença de dados causou uma disparidade dos resultados. Por isso, apenas comparações de sobreposição não foram suficientes para avaliação dos resultados.

A metodologia deste trabalho estimou uma área de periurbana maior, em comparação ao periurbano estendido proposto por Cardoso (2021), como sintetizado na Tabela 1. As áreas discordantes estão presentes principalmente próximas a rios, vilas e povoados. Estas áreas a mais identificadas pelo método proposto, correspondem a características socioespaciais do território amazônico, resultante da ocupação histórica, que se estabeleceu próxima a rios ou da área necessária para reprodução de modos de vida locais. Ainda assim, parte das áreas identificadas como periurbano estendido correspondem ao periurbano proposto, descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre delimitação das áreas do periurbano estendido e periurbano proposto.

Município	Área do Periurbano Estendido (km ²)	Área do Periurbano Proposto (km ²)	Área em Comum (km ²)
Santarém	1672	4182	1196
Cametá	974	1355	633

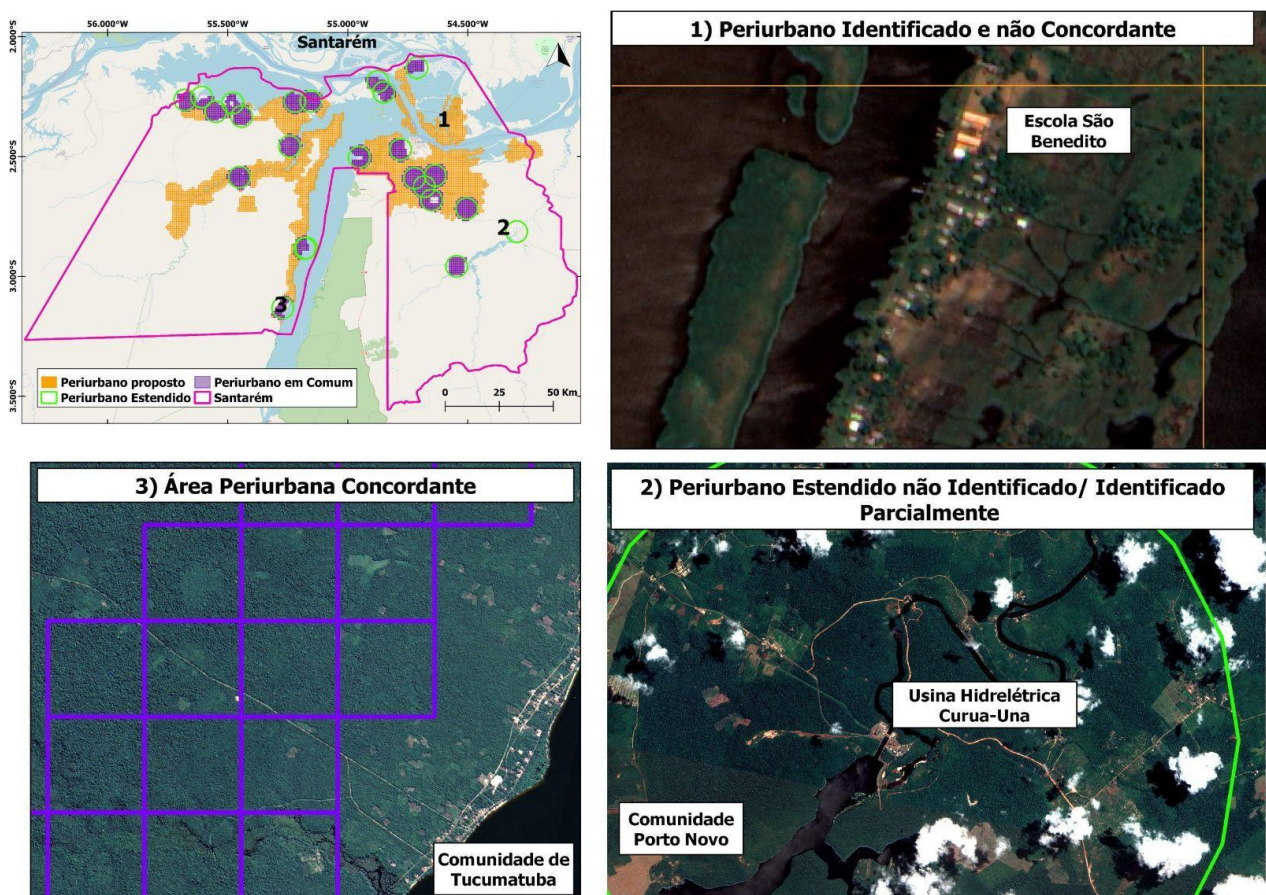
Fonte: Os autores (2024).

As áreas periurbanas propostas foram avaliadas também a partir de imagens de satélite. Também foram utilizados dados do OSM, identificando a presença de serviços ou tipos de ocupação. A avaliação foi realizada comparando as imagens de satélite e dados do OSM, a fim de se identificar a presença de ocupações e atividades humanas. Foram escolhidos três tipos de casos para cada município, no intuito de verificar áreas concordantes e não concordantes. As áreas correspondem aos: ‘Tipo 1’, periurbano identificado e não concordante; ‘Tipo 2’, periurbano estendido não identificado ou identificado parcialmente pela metodologia proposta; e ‘Tipo 3’, área periurbana concordante (Figuras 7 e 8).

Nas áreas de Tipo 2, para ambos os municípios, foram identificados menos serviços de escolas e comércios em comparação com os outros tipos. Entretanto, podem existir grandes infraestruturas ou comunidades, como a Usina Hidroelétrica de Curuá-Uma e a comunidade Porto Novo em Santarém. Nos casos de deslocamentos dos dados de localidades do IBGE, como em Cametá, o periurbano proposto com o uso da Grade Estatística 2010 indicou mais assertividade à realidade quando comparado ao periurbano estendido que utilizou de dados baseados na malha censitária de 2010.

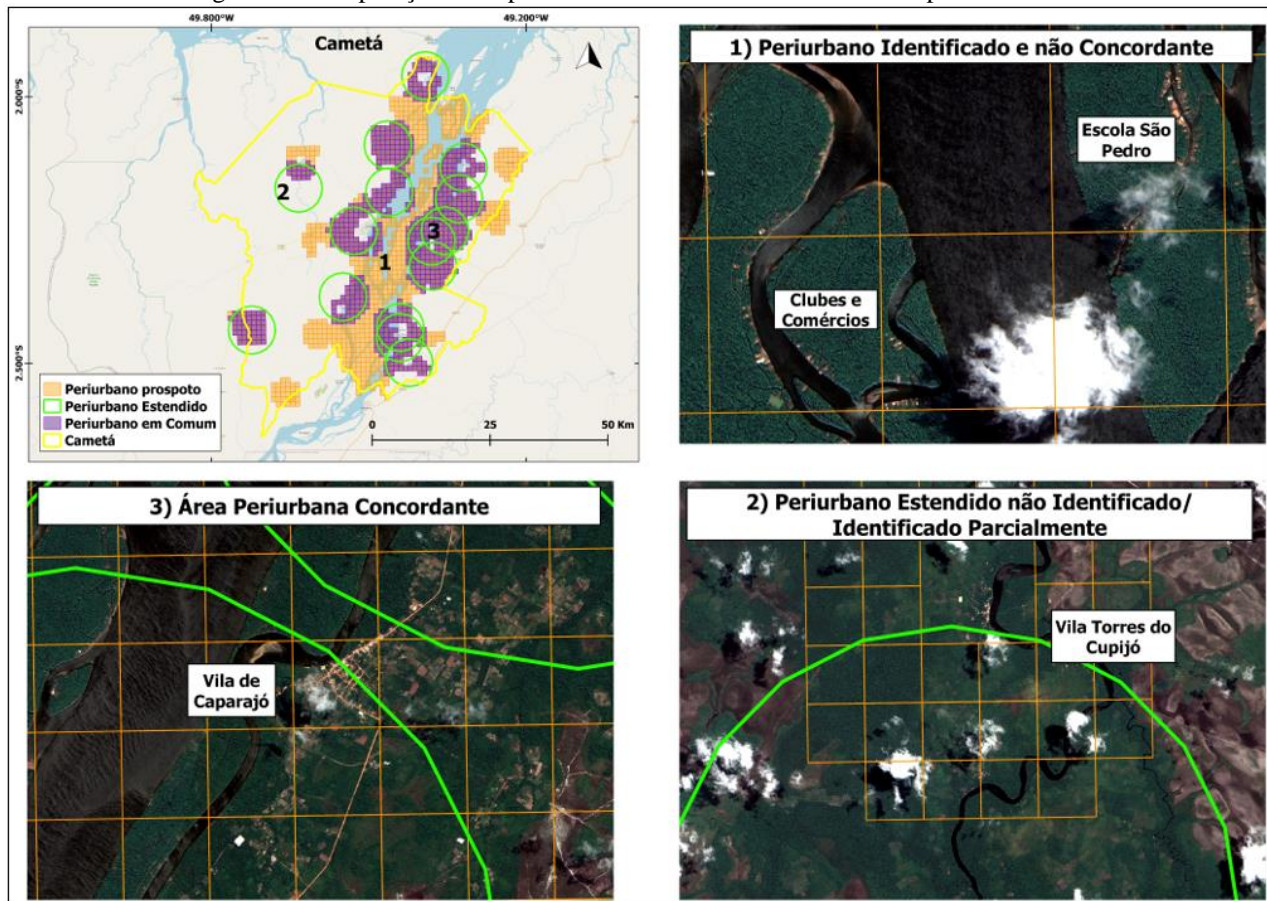
As áreas de Tipo 1 e Tipo 3 possuem construções habitacionais, serviços e escolas. Nem todas as células destes periurbanos apresentam ocupações humanas. Áreas vegetadas ou com presença considerável de corpos d’água também foram identificados. Isto indica que apenas o total populacional não é o suficiente para delimitação de áreas periurbanas na região, pois iria desconsiderar áreas que apesar de não haver ocupação populacional, podem ser influenciadas ou utilizadas por populações locais.

Figura 7 – Comparação entre periurbanos e análises locais do município de Santarém.



Fonte: Os autores (2024).

Figura 8 – Comparação entre periurbanos e análises locais do município de Cametá.



Fonte: Os autores (2024).

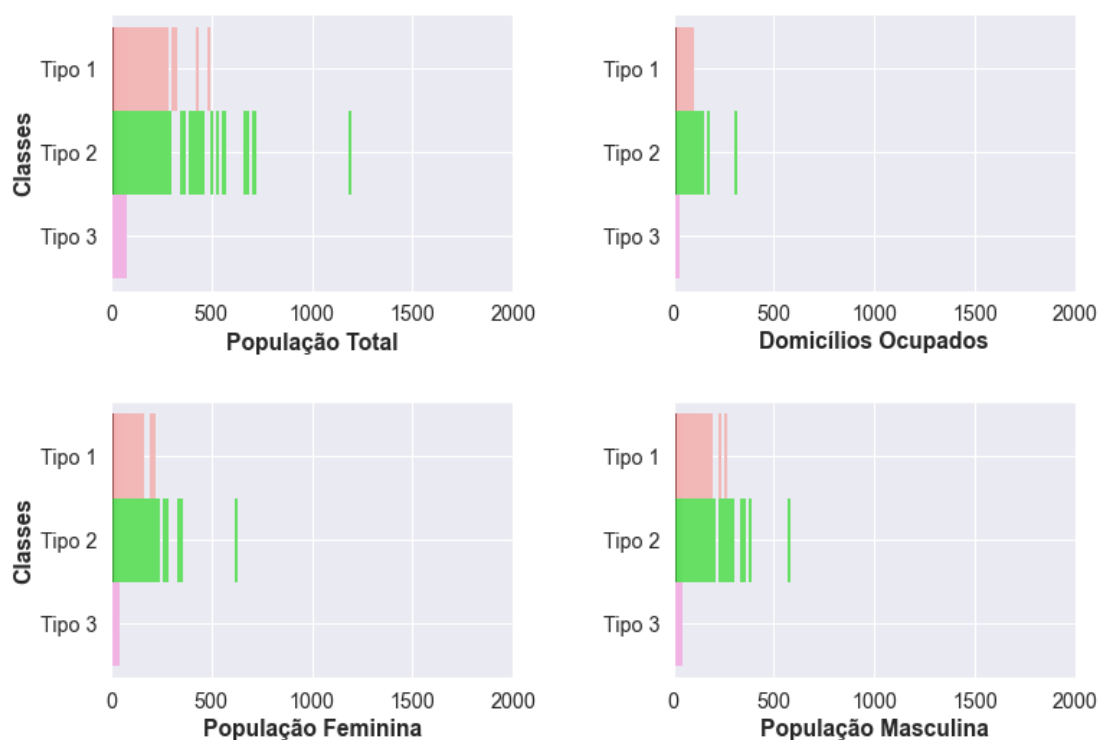
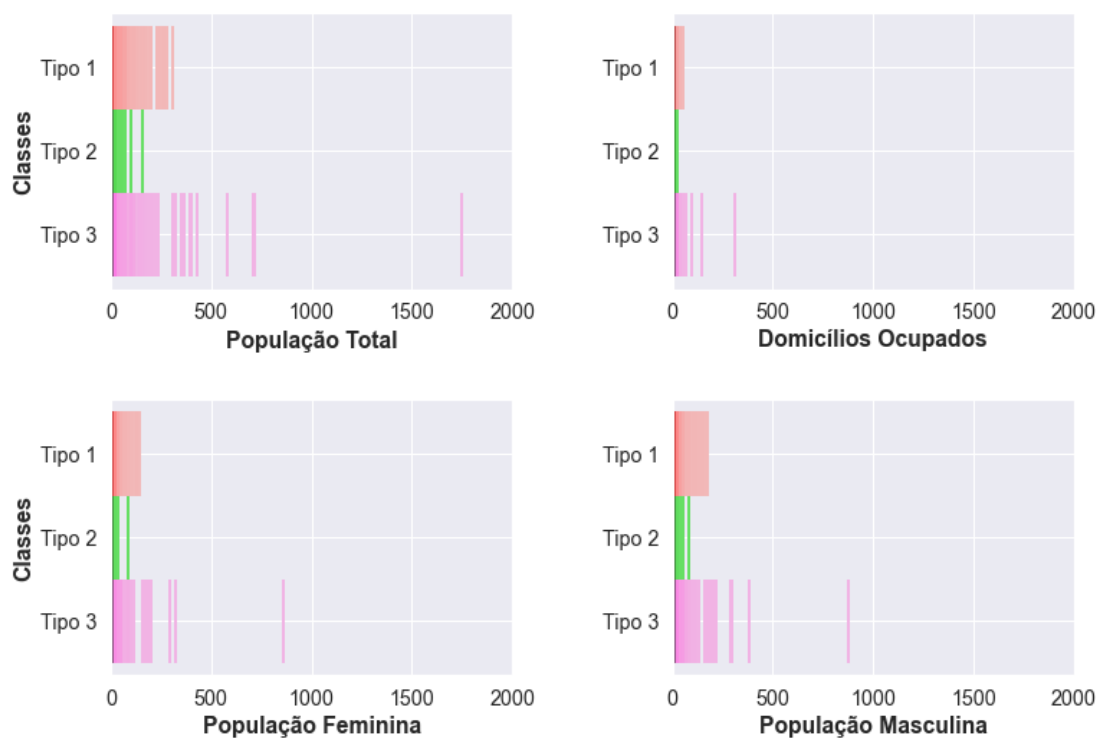
Também foram feitas considerações sobre outros dados populacionais já agregados na Grade Estatística do IBGE, apresentados na Figura 9. Os dados agregados correspondem a: população total, total de homens, total de mulheres e total de domicílios ocupados. Em Santarém, o periurbano Tipo 3 apresentou diferenças na quantidade de população por células se comparado aos Tipo 2 e Tipo 1. A identificação aparenta ser coerente pela avaliação com imagens de satélite e dados do OSM, na qual o conjunto de dados indica que os locais possuem áreas residenciais e de serviços, mas com espaçamentos entre estes. Portanto, as áreas poderiam ser consideradas um periurbano de baixa ocupação.

Já as áreas de Tipo 2 em Santarém possuem a maior variação populacional das células dentre os tipos de periurbano. Isto ocorre, pois, parte do Tipo 2 está localizado em núcleos rurais, mais especificamente a Usina Hidrelétrica de Curuá-Una. Apesar de ter uma obra de infraestrutura, o local é identificado como núcleo rural pelo IBGE, indicando que não haveria outras atividades e tipos de ocupação, o que não caracterizaria uma área periurbana da região.

Em Cametá, o periurbano Tipo 2 possui a menor variação populacional entre células quando comparado aos periurbanos Tipo 1 e Tipo 3. Isto pode ter sido causado por delimitações dos dados de setores censitários IBGE de 2010 possuírem deslocamentos quando comparados a dados de luzes noturnas e a malha censitária de 2020, dados de luzes noturnas e OSM. Assim, a menor variação populacional pode decorrer das diferenças nas delimitações de ocupações urbanas no distrito de Torres do Cupijó e ao sul da sede do município.

O Tipo 3 de Cametá indica que neste município existem células periurbanas com grandes variações populacionais. Isto pode indicar locais de expansão de áreas urbanas e uma maior distribuição da população entre as áreas urbanas e rurais.

Figura 9 – Comparação de dados populacionais por células dos municípios de Santarém e Cametá.

Dados Populacionais por células de Santarém - 2010**Dados Populacionais por células de Cametá - 2010**

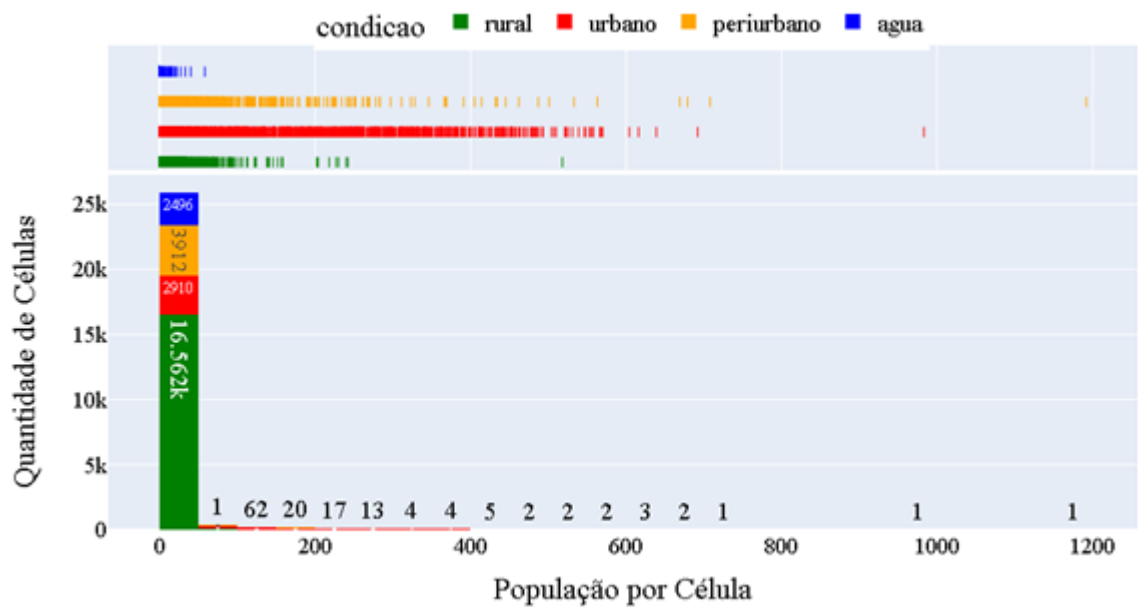
Fonte: Os autores (2024).

Outras observações foram feitas a partir da classificação realizada, utilizando dados populacionais presentes nas classes urbano, periurbano, rural e água, Figura 10 e Tabela 3, detalham diferenças entre os municípios. Em Santarém, a população urbana corresponde a cerca de 10 vezes a população rural e 4 vezes a periurbana. A análise do total populacional de cada classe indica que a população é mais concentrada nas cidades e decresce em direção às áreas rurais. Como esperado, as áreas periurbanas configuram-se como interfaces, ou espaços de transição entre áreas urbanas e rurais. Contudo, apenas nas áreas urbanas a população

feminina é maior que a masculina.

A célula com maior valor populacional em Santarém é da classe periurbana, e a segunda célula corresponde à classe urbana. A célula periurbana está localizada no centro do povoado Tabocal, próximo à Rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163), enquanto a célula urbana, se encontra na sede do município. Nota-se que o povoado Tabocal se encontra mais distante de áreas urbanas que outros povoados, todos mais próximos à sede de Santarém.

Figura 10 – Dado de população agregados em células e por classe do município de Santarém.



Fonte: Os autores (2024).

Tabela 3 – Dados populacionais agregados em células e por classe do município de Santarém.

Classe	População	Pop. Masculina	Pop. Feminina	Domicílios
Urbano	215412	103634	111778	52384
Rural	22547	12095	10452	4848
Periurbano	51762	27256	24506	11188
Água	437	233	204	100

Fonte: Os autores (2024).

No caso de Cametá, Figura 11 e Tabela 4, a população urbana é superior à periurbana. A diferença corresponde a 1.80% da população total do município. Esta constatação de Cametá e Santarém corrobora com trabalhos que indicam que áreas periurbanas tendem a ter uma população intermediária, ou seja, menor do que as de áreas urbanas e maior do que em áreas rurais (Pereira, 2013; Woltjer, 2014). Cametá apresenta uma população urbana e periurbana com semelhante valor numérico, cada uma com aproximadamente 45% da população total do município. Assim, a população é menos concentrada nos centros urbanos se comparado a Santarém onde a população urbana corresponde a 74% do total.

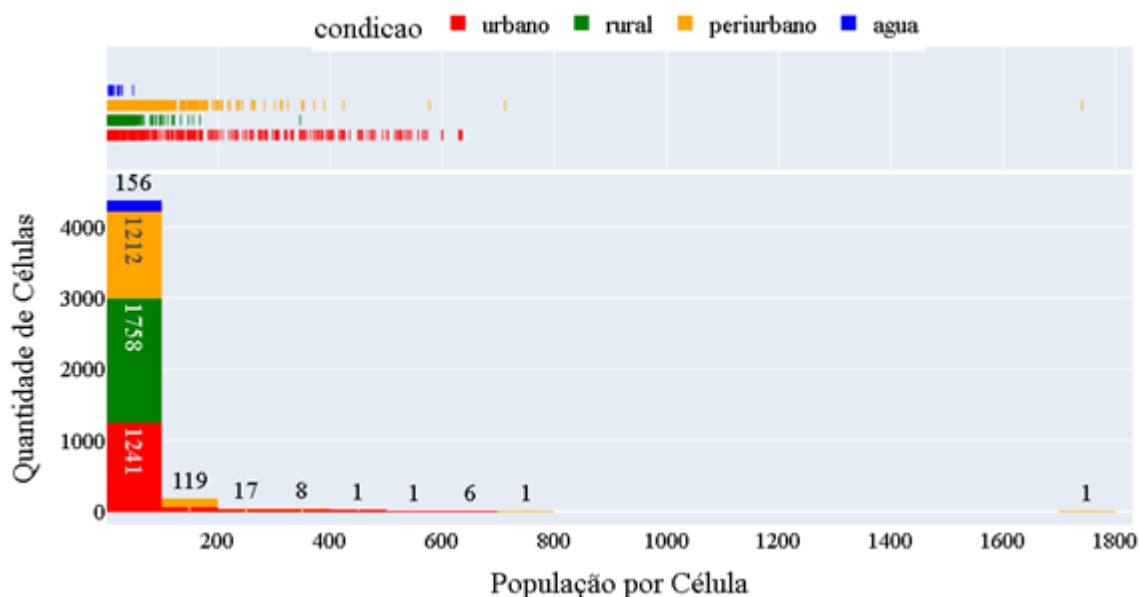
No caso de Cametá, a célula com maior população é classificada como periurbana e está localizada no distrito de Carapajó. Este distrito se encontra separado da sede do município pelo Rio Tapajós. O povoado está conectado por meio de uma estrada terciária à área urbana de Carapajó. Apesar destas análises iniciais, outros dados sociodemográficos e de relevo são necessários para compreensão das dinâmicas presentes e melhor explicar os adensamentos e as distribuições espaciais observados em Cametá e Santarém.

Em ambos os casos foi observado dados populacionais presentes em células classificadas como água. Este artefato pode ser explicado pela delimitação dos dados de massa d'água ser menos precisa que a localização da população, e pela ocupação próxima a rios da população ribeirinha. As populações ribeirinhas podem também estar presentes em células urbanas, rurais ou periurbanas, não sendo possível afirmar que apenas células da classe de água indicariam a presença destas populações.

As áreas periurbanas estão localizadas tanto próximas quanto distantes das sedes dos municípios. Além disso, as áreas periurbanas podem apresentar diferentes tipos de cobertura do solo, ocupações humanas e

características de relevo. Estas diferentes características permitiriam a classificação de diferentes tipos de periurbano num mesmo município, ou em tipos semelhantes de periurbano entre diferentes municípios. Mas para a diferenciação entre possíveis tipos de periurbano, seriam necessários outros dados populacionais e físico-ambientais para realizar as análises.

Figura 11 – Dado de população agregados em células e por classe do município de Cametá.



Fonte: Os autores (2024).

Tabela 4 – Dados populacionais agregados em células e por classe do município de Cametá.

Classe	População	Pop. Masculina	Pop. Feminina	Domicílios
Urbano	53676	26588	27088	11127
Rural	10849	5730	5119	1926
Periurbano	51581	27155	24426	9355
Água	342	183	159	54

Fonte: Os autores (2024).

5 CONCLUSÕES

O presente artigo apresentou um método de delimitação de áreas periurbanas para municípios amazônicos que pode ser replicado para demais municípios da região. As áreas delimitadas possuem convergências e divergências com outras metodologias de identificação de áreas periurbanas, devido a utilização de dados espaciais mais atualizados. Assim, as diferenças da delimitação entre os métodos podem ser causadas devido o deslocamento de dados ocorridos para a identificação do periurbano estendido, que não correspondem ao dado atualizado com maior precisão.

O método proposto foi capaz de delimitar as áreas periurbanas para os municípios de Santarém e Cametá que apresentam características históricas e populacionais distintas. Utilizando as mesmas fontes de dados, os procedimentos realizados produziram resultados com valores e características específicas e coerentes para cada município. O método mostrou-se flexível para ser utilizado em diferentes contextos. Apesar de dados complementares auxiliarem na avaliação dos resultados, trabalhos de campo iriam auxiliar num maior entendimento das limitações do método proposto.

Este trabalho cumpriu seu objetivo e contribui para discutir novas possibilidades metodológicas, a partir de dados espaciais, para identificar o periurbano em municípios amazônicos. Entretanto, considerando a diversidade das áreas periurbanas, futuros trabalhos devem ser realizados para capturar e descrever a variabilidade de diferentes áreas periurbanas. Trabalhos futuros devem expandir a metodologia para um número maior de municípios para que possa verificar a existência de padrões associados a áreas periurbanas, o que possibilitaria a elaboração de tipologias gerais, e específicas para os municípios amazônicos a partir de informações sobre população, dados de uso e cobertura, dados temporais, dentre outros.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, número de processo: 130807/2022-2).

Contribuição dos Autores

Conceptualização: G. E. T. O. e S. A. Metodologia: G. E. T. O. e S. A. Redação: G. E. T. O. Ilustração: G. E. T. O. Supervisão: S. A. e T. S. K. Revisão: S. A. e T. S. K.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Referências

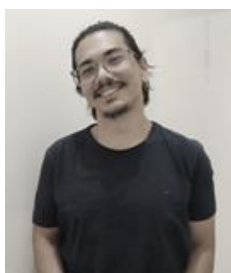
- Amaral, S., Souza Filho, P. W. M., Monteiro, A. M. V., & Câmara, G. (2015). Luzes noturnas do sensor VIIRS para a identificação de atividades humanas na Amazônia Brasileira: observações de uma região na Transamazônica (PA). In *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 3331–3338).
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2023). *Massas d'Água*. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>
- Becker, B. K. (2005). Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(53).
- Bhatta, B. (2010). *Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data*. Springer Science & Business Media.
- Bragion, G. R., Dal'Asta, A. P., & Amaral, S. (2023). Bringing to light the potential of angular nighttime composites for monitoring human activities in the Brazilian Legal Amazon. *Remote Sensing*, 15, 3515. <https://doi.org/10.3390/rs15143515>
- Cardoso, A.C., Silva, H., Melo, A.C., Araújo, D. (2018). Urban Tropical Forest: Where Nature and Human Settlements Are Assets for Overcoming Dependency, but How Can Urbanisation Theories Identify These Potentials?. In: Horn, P., Alfaro d'Alencon, P., Duarte Cardoso, A. (Ed.) *Emerging Urban Spaces. The Urban Book Series*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57816-3_9
- Cardoso, A. C. (2021). Que contribuições virão da Amazônia brasileira para o urbanismo do século XXI? *Thésis*, 6(11), 36–56.
- Cardoso, A. C. D., & Cardoso, C. L. (2022). Atlas (e glossário) de estruturas híbridas produzidas pela urbanização da Amazônia Oriental. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 3(Especial).
- Cardoso, A. C., Melo, A. C. de, & Gomes, T. (2016). O urbano contemporâneo na fronteira de expansão do capital: padrões de transformações espaciais em seis cidades do Pará, Brasil. *Revista de Morfologia Urbana*, 4(1), 5–28.
- Cattivelli, V. (2020). Methods for the identification of urban, rural and peri-urban areas in Europe: An overview. *Journal of Urban Regeneration and Renewal*, 14(3), 240–246.
- Conservation International. (2017). *Trends.Earth*.
- Côrtes, J. C., D'Antona, Á. D. O., & Ojima, R. (2020). Urbanização extensiva e reconfiguração rural na Amazônia: uma proposta teórico-metodológica baseada em indicadores demográficos e espaciais. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*.
- Dal'Asta, A. P. (2016). *Representações do fenômeno urbano na Amazônia contemporânea: Observações no sudoeste paraense* [Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais]. Teses e Dissertações: INPE.

- Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Zhizhin, M., Hsu, F.-C., & Ghosh, T. (2013). Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping nighttime lights. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 35, 62.
- Feng, Z., Peng, J., & Wu, J. (2020). Using DMSP/OLS nighttime light data and K-means method to identify urban-rural fringe of megacities. *Habitat International*, 103.
- Gomes, T. V., Cardoso, A. C. D., Coelho, H. S., & Oliveira, K. D. (2017). Santarém (PA): Um caso de espaço metropolitano sob múltiplas determinações. *Cadernos Metrópole*, 19(40), 891–918. <https://www.scielo.br/j/cm/a/khBWn7s9zsBh6HfW33DCBWr/>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2013). *Metodologia do censo demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2016). *Grade estatística*. https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). *Localidades*. https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/localidades/cadastro_localidades_selecionadas.pdf
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2022). *Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos*. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3101/agro_2017_caracteristicas_gerais.pdf
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2023). *Cidades e Estados*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2023). *Níveis de processamento das imagens dos satélites CBERS e Amazônia*. <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/arquivos/NiveisdeProcessamentoCBERSAMZ.pdf>
- Jensen, J. R. (2009). *Sensoriamento remoto do ambiente*. São José dos Campos: Parêntese.
- Lefebvre, H. (2008). *O direito à cidade*. São Paulo: Centauro.
- Li, G., Li, X., Wu, J., Wang, Y., & Lu, G. (2021). Understanding the diversity of urban-rural fringe development in a fast urbanizing region of China. *Remote Sensing*, 13(12), 2373. <https://doi.org/10.3390/rs13122373>
- Lima, H. M. P. (2016). A delimitação legal dos espaços urbanos. In Figueiredo, A. H. de (Ed.), *Brasil – Uma visão geográfica ambiental no início do século XXI* (pp. 75–100). Rio de Janeiro: IBGE.
- Maktav, D., Erbek, F. S., & Jürgens, C. (2005). Remote sensing of urban areas. *International Journal of Remote Sensing*, 26(4), 655–659.
- Monte-Mór, L. R. (1994). Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In *Território, globalização e fragmentação* (pp. 169–181). São Paulo: Hucitec/ANPUR.
- OpenStreetMap. (n.d.). *About OpenStreetMap*. http://wiki.openstreetmap.org/wiki/About_OpenStreetMap
- Ortiz Báez, P., Patiño, J. E., Arias, H. R., & Escobar, J. C. (2020). Analysis of the urban-rural gradient terminology and its imaginaries in a Latin-American context. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 15(2), 81–98.
- Pera, C. K. L., & Bueno, L. M. de M. (2016). Revendo o uso de dados do IBGE para pesquisa e planejamento territorial: Reflexões quanto à classificação da situação urbana e rural. *Cadernos Metrópole*, 18(37), 722–742.
- Pereira, A. S. (2013) Análise das tendências de aplicação do conceito de periurbano. *Terra Plural*, 7(2), 287–304.
- Prefeitura de Santarém. (2006). *Plano Diretor Participativo do Município de Santarém - Lei Municipal 18051/06 de 29/12/2006*. [s.l: s.n.].
- Sakatauskas, G. L. B., & Santana, J. V. (2015). Particularidades das habitações nos pequenos municípios paraenses. In *Anais do XVII Encontro Nacional da ANPUR* (Belo Horizonte).

<https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenanpur/article/view/1908/1887>

- Salem, M. (2015). Peri-urban dynamics and land-use planning for the Greater Cairo Region in Egypt. Em: [s.l: s.n.], p. 109–119.
- United Nations-Habitat. (2016). *Nova Agenda Urbana*. Disponível em: <https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- United Nations-Habitat. (2021). *Urban-rural land linkages: A concept and framework for action*. Disponível em: <www.unhabitat.org>.
- United Nations. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. Disponível em: <https://population.un.org/wup/publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2023.
- United Nations Statistical Commission . (2020). A recommendation on the method to delineate cities, urban and rural areas for international statistical comparisons. Acesso em: 16 mar. 2023.
- Varkey, A. M., & Manasi, S. (2019). A review of peri-urban definitions, land use changes and challenges to development. *Urban India*, 39(I), 96–111.
- Vicente, L. R., & Cardoso, A. C. D. (2020). Tipologias espaciais da várzea amazônica: Estudo morfológico de assentamentos em Afuá (PA). *Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente*, 5, 96.
- Woltjer, J. (2014). A global review on peri-urban development and planning. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(1), 1–16.
- Zhang, Q., & Seto, K. C. (2011). Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sensing of Environment*, 115(9), 2320–2329. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04.032>.

Biografia do autor principal



Gilberto Eidi Teramoto Oliveira nasceu em 1997 no município de São José dos Campos, São Paulo. É bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF - 2020) e mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - 2024). Atualmente é bolsista no Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal (PRODES) atuando como intérprete e auditor de classificação de desmatamento. Desenvolve automação de processos, pós-processamento de classificações, ajustes e análise de dados espaciais. Também cria gráficos e análises DETER e PRODES sobre áreas de interesse, utilizando dados de desmatamento, uso da terra e Cadastro Ambiental Rural.



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.