

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA EM MARABÁ-PA ENTRE OS ANOS DE 1999 A 2019: IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

Josue Souza Passos¹

Universidade Federal do Pará/UFPA

Ana Valéria dos Reis Pinheiro²

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/UNIFESSPA

Resumo

Como citar:

PASSOS, J. S; PINHEIRO, A. V. R. Sensoriamento remoto aplicado à análise da evolução da mancha urbana em Marabá-PA entre os anos de 1999 a 2019: implicações socioambientais. **Revista Geografia em Atos (Online)**, v. 5, ano 2021, p. 1-17.

DOI:

<https://doi.org/10.35416/geoatos.2021.8095>

Recebido em: 2020-09-06

Devolvido para correções: 2020-09-28

Aceito em: 2021-01-12

Publicado em: 2021-04-17

O sensoriamento remoto aplicado tem se mostrado importante ferramenta na identificação e monitoramento do desenvolvimento de um município e da expansão da malha urbana. Neste contexto, este trabalho visou utilizar imagens Landsat TM-5 e Landsat OLI-8 para monitorar o aumento da mancha urbana do município de Marabá, no estado do Pará, entre os anos de 1999 e 2019. O tecido urbano passou de 19 km² para mais de 50 km² ao longo desses anos e, conseqüentemente, pressões ambientais de diversas naturezas surgiram. Destacam-se a ocupação irregular de espaços protegidos por lei e o despejo de esgoto doméstico e outros poluentes nos corpos hídricos. Este quadro não apenas promove o desequilíbrio ecológico, mas também, afeta diretamente a qualidade de vida da população, bem como fere o direito fundamental previsto no artigo 225 da Constituição Federal de 1988. É relevante a preocupação com as condições ambientais da área urbana de Marabá no que se refere à recuperação e conservação da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Mancha Urbana; Meio Ambiente; Marabá

¹ Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (2017). Atualmente é geólogo do Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia.

E-mail: josuepassos28746@hotmail.com

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-1716-8048>

² Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Pará (1996) e Especialização em Hidrogeologia Aplicada (1996) por esta universidade, mestrado em Geologia Aplicada - subárea Hidrogeologia, pela Universidade Federal do Ceará (1999) e doutorado em Geologia - subárea Hidrogeologia (2009) pela Universidade Federal do Pará.

E-mail: valeria.pinheiro@unifesspa.edu.br

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-8244-2053>

REMOTE SENSING APPLIED TO THE ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF URBAN SPRAWL IN MARABÁ-PA BETWEEN 1999 AND 2019: SOCIOENVIRONMENTAL IMPLICATION

Abstract

Remote sensing has been an important tool for identifying and monitoring the development of a municipality and its disorderly expansion of the urban area. In this context, this work aimed to use Landsat TM-5 and Landsat OLI-8 images to monitor the increase of the urban sprawl in the municipality of Marabá, in the state of Pará, from 1999 to 2019. During this period, the urban areas of Marabá increased from 19 km² to more than 50 km². Consequently, several environmental pressures arose. Irregular occupation of spaces protected by law, and the discharge of domestic sewage and other pollutants in water bodies are highlighted. This situation not only promotes ecological imbalance, but also directly affects the population's quality of life, as well as violates the fundamental right provided for in Article 225 of the 1988 Brazilian Federal Constitution. The concern with the environmental conditions of the urban area of Marabá is relevant in regarding the recovery and conservation of environmental quality.

Keywords: Remote Sensing, Urban Sprawl, Environment, Marabá.

TELEDETECCIÓN APLICADA AL ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA MANCHA URBANA EN MARABÁ-PA ENTRE 1999 Y 2019: IMPLICACIONES SOCIOAMBIENTALES

Resumen

La teledetección aplicada ha demostrado ser una herramienta importante en la identificación y monitoreo de un municipio y la expansión del casco urbano, en muchos casos desmesurada, del ejido urbano. El presente trabajo tuvo como objetivo utilizar imágenes Landsat TM-5 y Landsat OLI-8 para el monitoreo de la mancha urbana en el municipio de Marabá, en el estado de Pará, entre los años 1999 y 2019. En dicho período, el tejido urbano pasó de 19 km² a más de 50 km² y, en consecuencia, han surgido presiones ambientales de diversa índole. En este contexto se destaca la ocupación ilegal de espacios ambientalmente protegidos y el vertido de aguas residuales domésticas y otros contaminantes en cuerpos de agua. Esta situación no solo promueve el desequilibrio ecológico, sino que también afecta directamente la calidad de vida de la población, además de violar el derecho fundamental previsto en el artículo 225 de la Constitución Federal de 1988. Este estudio pone en manifiesto la preocupante situación que ha generado la expansión del área urbana de Marabá en términos ambientales, a la vez que busca concientizar sobre la importancia de la recuperación y conservación de su calidad ambiental.

Palabras clave: Teledetección; Tasa de Urbanización; Medio Ambiente, Marabá.

Introdução

O crescimento da malha urbana é reflexo do desenvolvimento socioeconômico de um município. Hupp e Fontes (2013) apontam inúmeras e frequentes desvantagens associadas a essa evolução, em especial, problemas de cunho socioambiental capazes de promover o desequilíbrio ecológico; entre as quais se destacam a derrubada de mata ciliar, o assoreamento e poluição de corpos de água, a ocupação de áreas protegidas e a ocupação de áreas de riscos geológicos. Desse modo, é crescente a preocupação por parte do poder público em atender às exigências associadas ao artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL,1988), que declara o direito a todos de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e garantido às presentes e futuras gerações. Nessa perspectiva, dispositivos legais foram criados e aprimorados a fim de se alcançar esse objetivo, como por exemplo, a Lei 12.651 de 25/05/2012 (BRASIL, 2012).

Para atender à necessidade do equilíbrio entre o crescimento urbano e a gestão ambiental-territorial, é necessário que se estabeleça um planejamento e acompanhamento da evolução da malha urbana. Isso porque nesse processo há uma constante pressão para acomodar um número crescente de pessoas, mantendo concomitantemente espaços ambientais protegidos (FRANTZESKAKI e KABISCH, 2016; FELTYNOWSKI et al., 2017). Esse equilíbrio permite maior efetividade na proteção ambiental, bem como a concretização dos direitos de terceira geração, dos quais um meio ambiente não poluído.

Com o surgimento e o aprimoramento das geotecnologias, os projetos de uso e ocupação do solo tornaram-se mais acessíveis e eficazes. Isso porque o acompanhamento da qualidade ambiental e dos principais impactos causados ao meio ambiente por meio de atividades antrópicas passaram a ser realizados, sobretudo, com uso das imagens de sensores remotos, lançando mão dos sistemas de informação geográfica. O levantamento dessas informações sobre o uso da superfície com esses instrumentos tecnológicos tornou-se mais ágil e preciso e, assim, um dos principais mecanismos para o planejamento e controle do uso adequado do meio ambiente e seus recursos.

No estado do Pará, a cidade de Marabá está entre as que mais crescem no Norte do Brasil. Essa perspectiva de desenvolvimento foi ampliada após a redefinição do seu perímetro urbano em 2009. Esse novo perímetro levantou diversas especulações de crescimento

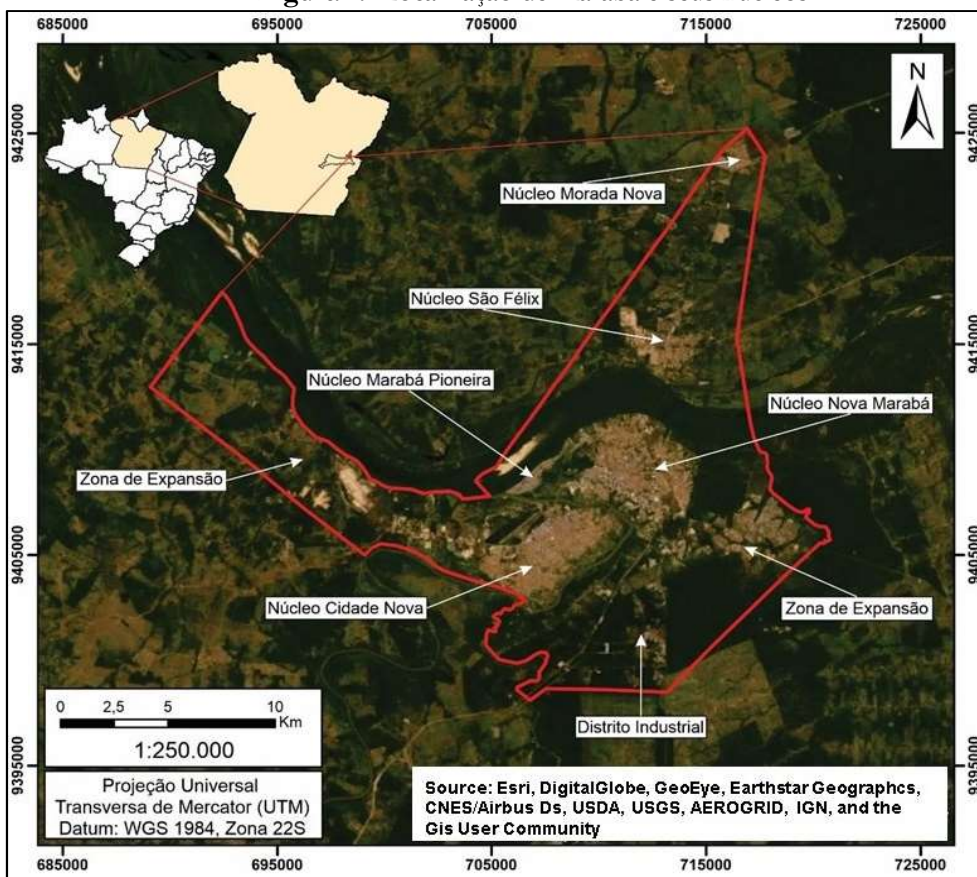
associado à vinda de empreendimentos que impulsionaram um crescimento acelerado e desordenado em vários setores da cidade. Neste contexto, tornou-se conveniente o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento da cidade, com vistas à relação espaço-temporal da expansão do tecido urbano com as questões ambientais resultantes.

Portanto, a principal meta deste trabalho foi analisar e quantificar o aumento da mancha urbana, na cidade de Marabá, utilizando imagens de satélite Landsat TM-5 e Landsat OLI-8, obtidas nos anos de 1999, 2009 e 2019. Objetivou-se, ainda, abordar o aumento de espaços ocupados e suas implicações sobre o meio ambiente.

Materiais e métodos

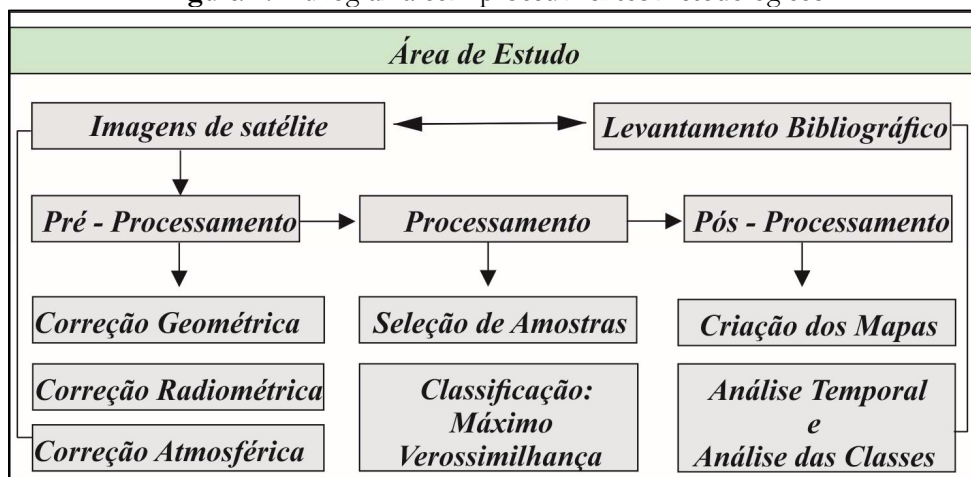
A cidade de Marabá está localizada no estado do Pará, norte do Brasil. A área urbana, é balizada pelos rios Tocantins e Itacaiúnas e encontra-se inserida em ambiente diverso constituído por florestas densas, florestas abertas e áreas perturbadas. A altitude média da cidade é de 125 m em relação ao nível do mar, e o clima do tipo Tropical Chuvoso de Selva Isotérmico (Afi), com temperatura média de 28 °C e precipitação média anual de 1925,7 mm/ano (RAIOL, 2010). O perímetro corresponde a uma área de 28.967 ha, subdividido em uma Zona Industrial, duas Zonas de Expansão e cinco núcleos, os quais são Marabá Pioneira, Nova Marabá, Cidade Nova, São Félix e Morada Nova (Figura 1). A Figura 2 apresenta um fluxograma com os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 1. Localização de Marabá e seus núcleos.



Fonte: Organização dos autores.

Figura 2. Fluxograma com procedimentos metodológicos.



Fonte: Organização dos autores

Duas imagens do satélite Landsat TM-5, obtidas pelo sensor em 21/07/1999 e 17/08/2009, e uma imagem do Landsat OLI-8/TIRS, datada de 13/09/2019, todas com ponto órbita 223/064 foram utilizadas neste trabalho. Levou-se em conta a quantidade de cobertura de nuvens contidas em cada imagem, cujos valores não ultrapassaram 3% de cobertura. Além disso, apoiou-se no critério temporal para obtenção desses produtos sensores e, por isso, um intervalo de 10 anos entre cada imagem a fim de que mudanças significativas fossem observadas. As imagens foram adquiridas na plataforma da organização *United States Geological Survey* (USGS, 2019).

Após a obtenção das imagens de satélite, esses produtos multiespectrais foram pré-processados. Essa etapa é fundamental para eliminação de distorções e ruídos associados a erros adquiridos no ato da captura da imagem, os quais podem interferir nos resultados. Os defeitos introduzidos nas imagens do satélite são consequência, principalmente, de falhas radiométricas produzidas por interferências atmosféricas e de distorções geométricas resultantes da geometria do imageamento e da captura da energia eletromagnética. Desse modo, realizou-se, primeiramente, a correção geométrica das imagens Landsat TM-5, com o método *image-to-map* e base na imagem Landsat OLI-8 que é ortorretificada. Em seguida, executou-se a calibração radiométrica, assim como a correção atmosférica de cada imagem. Para tanto, empregou-se o módulo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH), no *software Environment for Visualizing Images* (ENVI 5.3), com algoritmos baseados no Modelo de Transferência Radiativa (MODTRAN), os quais são indicados para corrigir imagens multiespectrais de média a alta resolução espacial (VIS, 2009).

Com a operação do pré-processamento concluída, realizou-se a seleção e o recorte da área de interesse, precedidos da classificação das áreas homogêneas. A classificação deu-se de forma supervisionada, ou seja, com o controle do analista sobre a definição das classes de interesse, o que aumenta a precisão dos resultados em virtude do conhecimento prévio da área de estudo e das classes escolhidas. Na execução dessa etapa, utilizou-se o classificador por Máxima Verossimilhança. Esse método considera a ponderação das distâncias médias e assume que todas as bandas têm distribuição normal e, portanto, leva em conta os parâmetros estatísticos de distribuição dos *pixels*. Assim, é possível o enquadramento dos pixels dentro de uma classe específica (CRÓSTA, 1993), tal qual o objetivo da análise. Nessa perspectiva, buscou-se definir duas classes alvos, área de mancha urbana e área de vegetação, enquanto

os demais alvos foram agrupados em uma classe denominada outros, constituída, por exemplo, por solo exposto, floresta degradada, áreas de mineração, entre outros. A elaboração dos mapas apresentados foi feita no *ArxGis 10.3*, cujos valores referentes à área ocupada por cada classe constam na tabela de atributos do *software*.

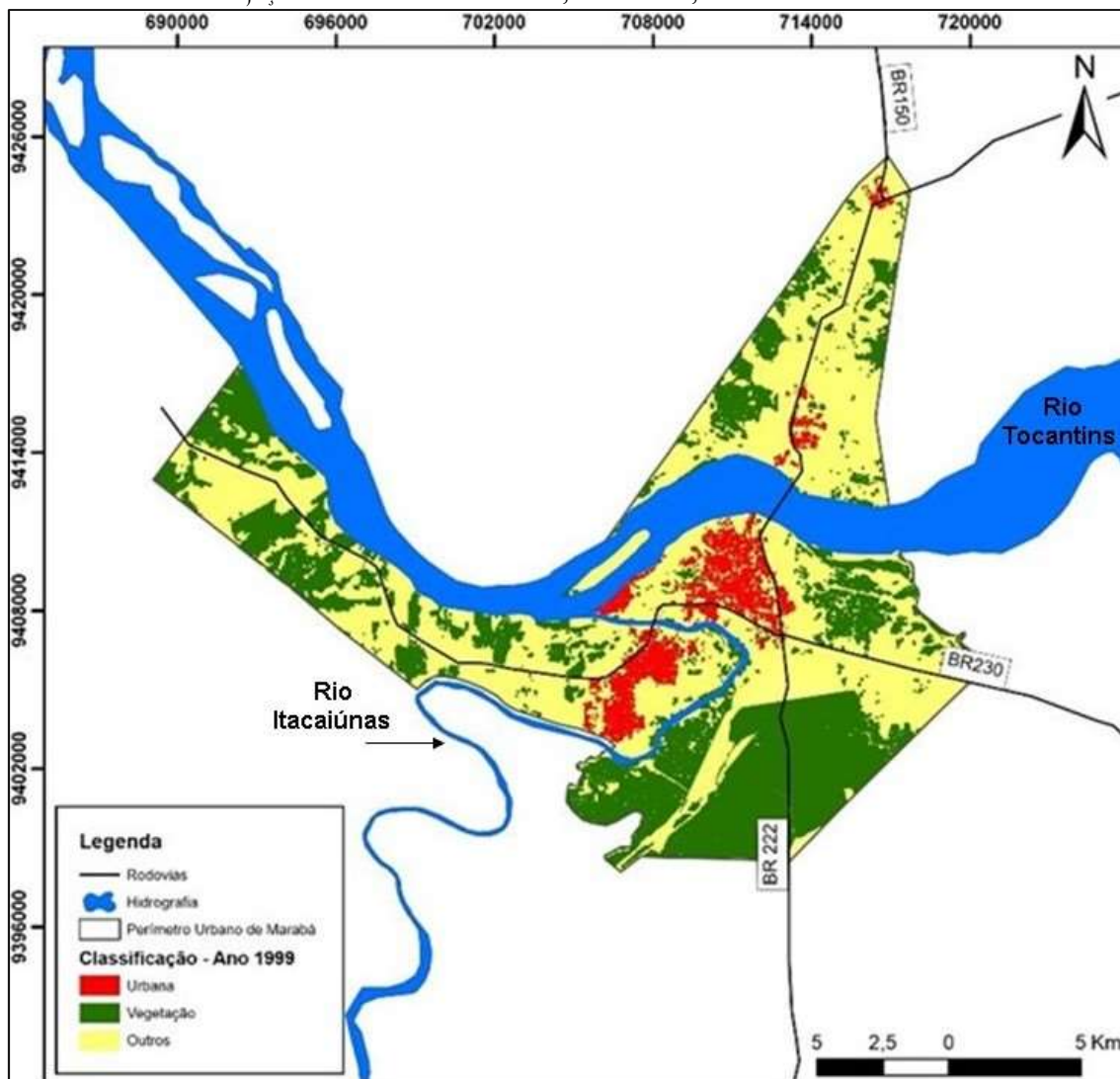
Resultados

Expansão da mancha urbana (1999-2019)

Ao longo do tempo, a malha urbana da cidade de Marabá foi reestruturada em virtude do aumento de áreas de ocupação nos espaços vazios preexistentes. De modo geral, a dinâmica de expansão da cidade, entre o período de 1999 e 2019, resultou em uma ampliação da mancha urbana com valor quase três vezes maior que o ano inicial analisado neste trabalho. Os núcleos Cidade Nova, São Félix e Morada Nova apresentaram maior crescimento.

A Figura 3 mostra a mancha urbana de Marabá, que correspondia a 19 km², em 1999. Nessa década, a cidade já havia assumido um importante papel como polo de prestação de serviço e comércio de produtos na região do sudeste paraense. Além disso, um fluxo migratório, impulsionado não só pelas atividades siderúrgicas consolidadas, mas também pelas atividades de mineração, que haviam se instalado na região (Nascimento, 2016). Esse quadro promoveu uma reorganização do espaço e, conseqüentemente, a ocupações de áreas livres impulsionando, assim, a expansão da urbanização (COELHO, 1996).

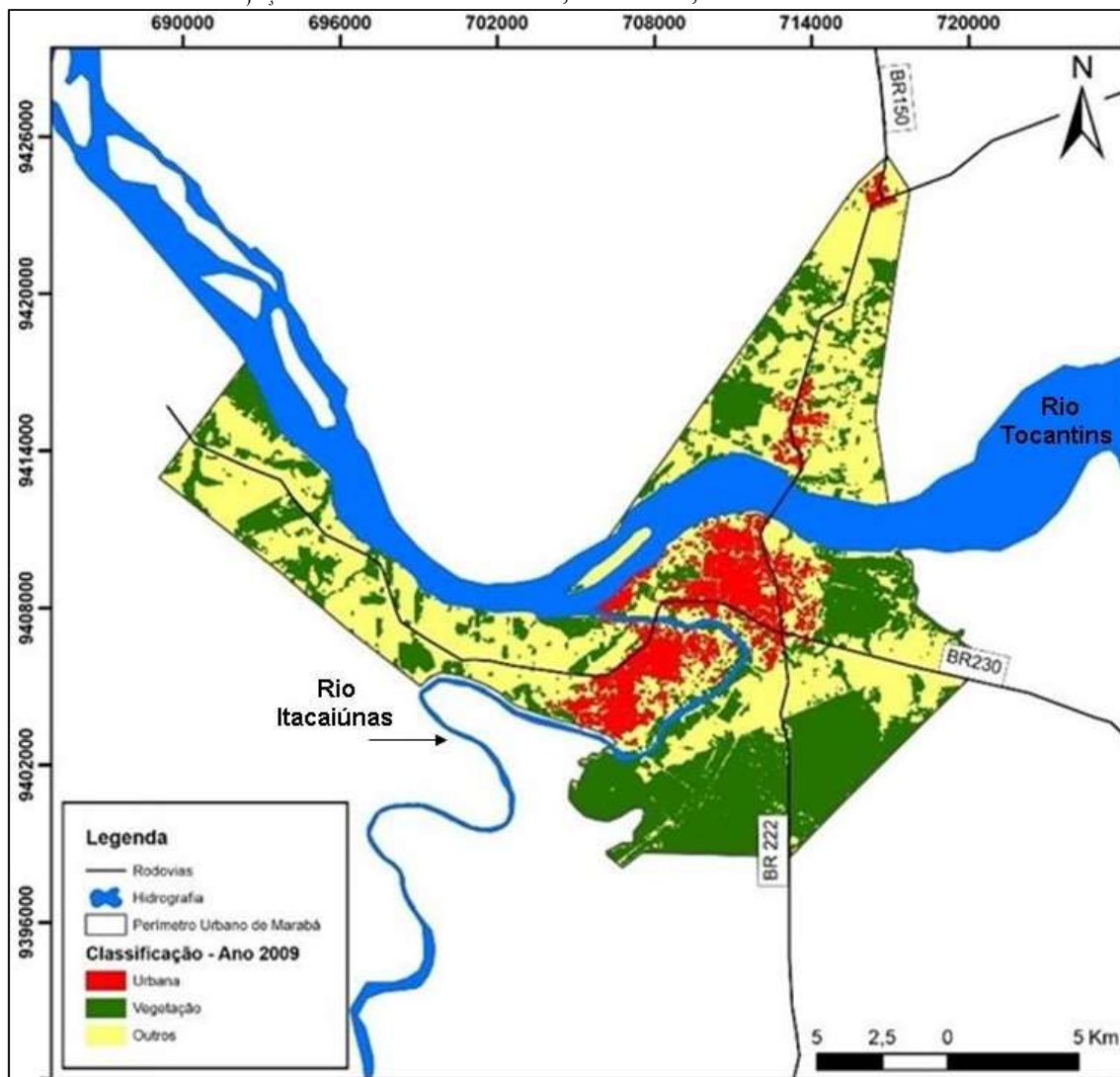
Figura 3. Mancha urbana da cidade de Marabá em 1999
Projeção de Coordenadas UTM, Zona 22 S, Datum: WGS 1984.



Fonte: Organização dos autores

Em 2009, a mancha urbana da cidade expandiu de 19 km² para 31,3 km². O tecido urbano do município pode ser observado na Figura 4. Nessa década, Marabá estava consagrada como importante polo na rede urbana em escala regional (TRINDADE JUNIOR e PEREIRA, 2007), uma vez que detinha uma infraestrutura que a destacava em relação às cidades de suas cercanias.

Figura 4. Mancha urbana da cidade de Marabá em 2009.
Projeção de Coordenadas UTM, Zona 22 S, Datum: WGS 1984.



Fonte: Organização dos autores

Assim, é provável que o crescimento da área urbana seja consequência dos aspectos estruturais que a cidade estava adquirindo desde as décadas anteriores, em especial como polo produtivo e distributivo de serviços, uma fonte de atração, por exemplo, de mão de obra para execução dessas atividades (NUNES, et al., 2014). Estudos conduzidos por Nascimento (2016) enfatizam maiores índices de crescimento da cidade no ano de 2008. A autora reporta que a divulgação das obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para o município de Marabá atraiu não apenas investimentos, mas também infraestrutura

social e urbana. Desse modo, essa dinâmica influenciou diretamente o aumento da mancha urbana que fora observada.

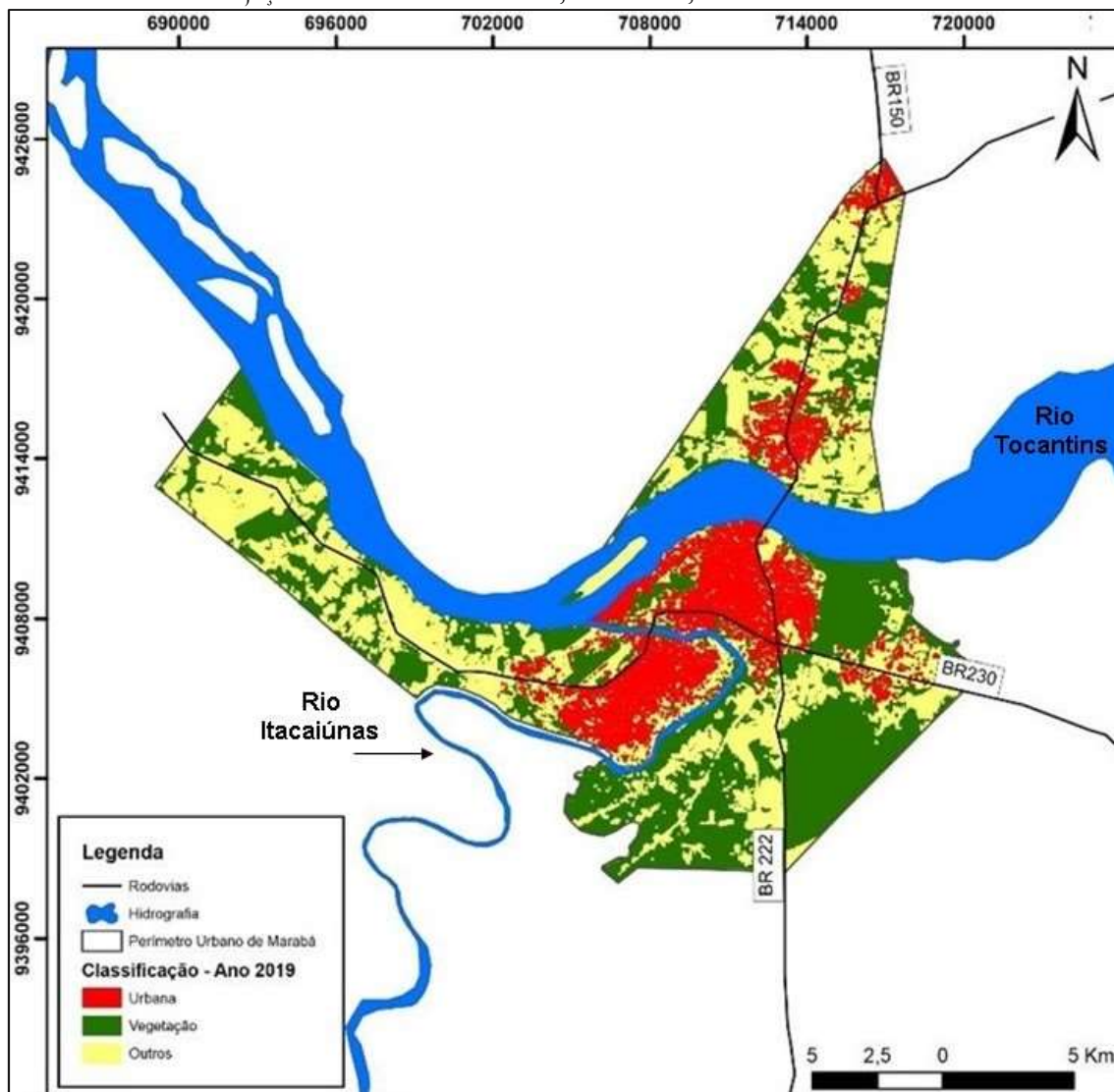
Outras considerações dizem respeito ao crescimento de ocupações irregulares em todos os bairros do núcleo Cidade Nova durante os anos 2000. Segundo CARDOSO e LIMA (2009), a expansão pode ter sido ocasionada pelo aumento da especulação imobiliária em toda a cidade de Marabá, cujo resultado foi o surgimento de novas áreas de expansão no núcleo em apreço. Esse quadro permitiu uma expansão de forma regularizada (loteamentos e bairros residenciais) e concentrada em áreas próximas ao aeroporto e às margens da rodovia Transamazônica, em direção à cidade de Itupiranga. Assim, este distrito se tornou o quarto mais populoso da cidade contendo, ainda, os maiores índices de crescimento populacional (PONTE, 2006).

Ainda na década dos anos 2000, mais especificamente, em 2006, o plano diretor municipal elevou oficialmente a área de São Félix à categoria de distrito, dando a este núcleo a definição de "distrito de expansão", compartilhando, assim, a mesma condição que o distrito de Morada Nova (MARABÁ, 2006). Desse modo, parte da população migrou para esses núcleos, em virtude, sobretudo, das enchentes que atingem algumas áreas da cidade de Marabá, em especial o centro histórico - Marabá Pioneira.

O quadro supracitado favoreceu, portanto, o crescimento da urbanização desses dois distritos. Além disso, a construção da ponte que tem como objetivo escoar a produção mineral pela estrada de ferro de Carajás, também teve uma grande contribuição para a urbanização da área de São Félix e Morada Nova, pois desempenhou um papel de travessia rodoviária substituindo, portanto, a travessia anteriormente feita apenas por balsas (Da SILVA, 2006).

A mancha urbana da cidade de Marabá no ano de 2019 é mostrada na Figura 5.

Figura 5. Mancha urbana da cidade de Marabá em 2019.
Projeção de Coordenadas UTM, Zona 22 S, Datum: WGS 1984.



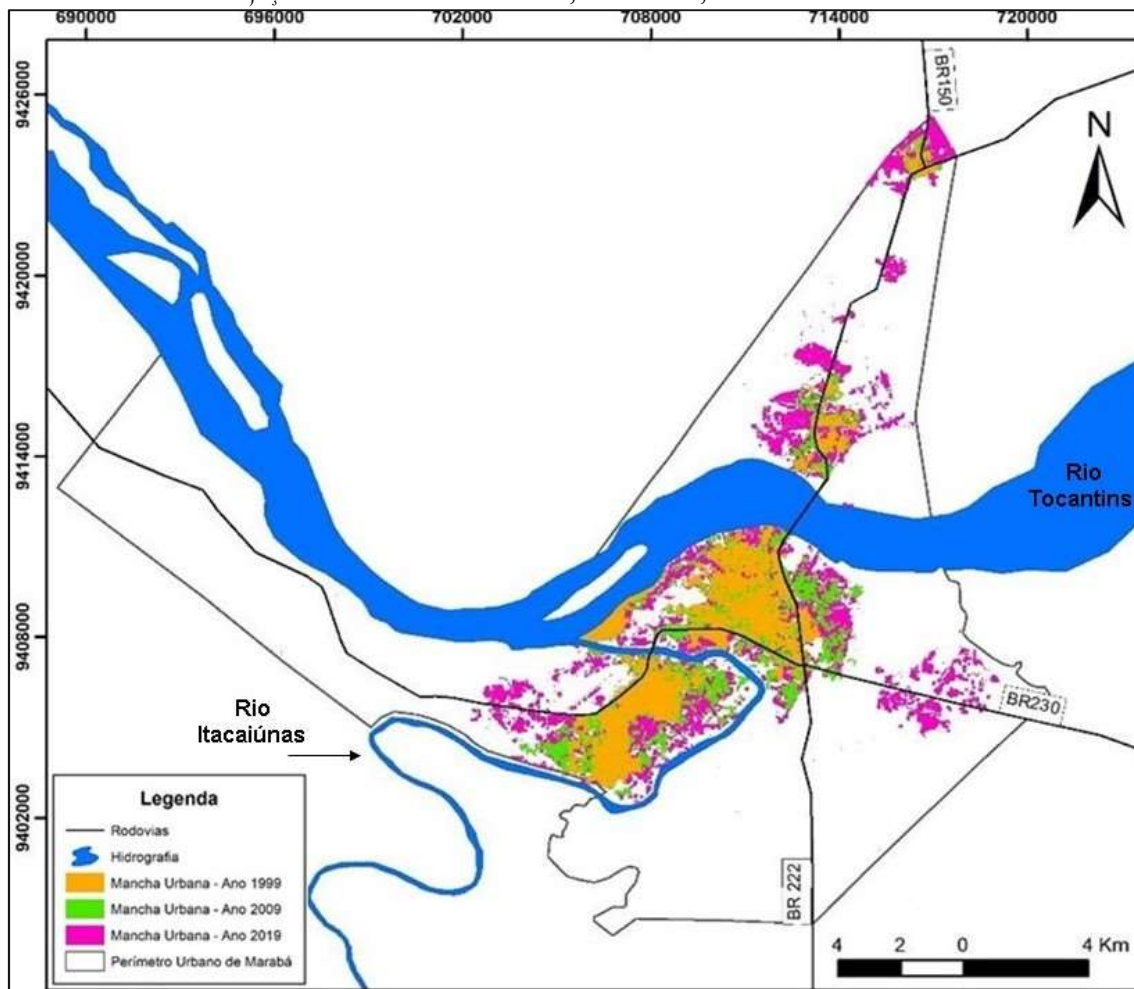
Fonte: Organização dos autores

Nota-se um aumento em torno de 70% da área urbana em relação ao ano de 2009, evidenciado por uma mudança de 31,3 km², em 2009, para 53,4 km², em 2019. O crescimento destes espaços é consequência do aumento demográfico da cidade, estimado em 279.349 para 2019, segundo o IBGE (2019). A migração de pessoas de outros municípios, bem como da zona rural de Marabá para a zona urbana, está associada às diversas especulações referentes ao estabelecimento de empreendimentos após a delimitação de um novo perímetro da cidade em 2009. Assim, promoveu-se um aumento de oportunidades de trabalho associadas, especialmente ao setor de comércio e serviços.

Crescimento urbano e implicações socioambientais

O crescimento da mancha urbana, de modo desordenado, pode ser visto de maneira negativa, uma vez que exerce pressões diversas sobre o meio ambiente. A evolução do tecido urbano da cidade de Marabá, de modo integrado, pode ser observada na figura 6.

Figura 6: Evolução da mancha urbana da cidade de Marabá de 1999 a 2019.
Projeção de Coordenadas UTM, Zona 22 S, Datum: WGS 1984.



Fonte: Organização dos autores.

O aumento demográfico da cidade de Marabá associado às demandas econômicas tem promovido, além do desmatamento, a ocupação de espaços protegidos por lei. A retirada da vegetação em diferentes escalas tem proporcionado mudanças microclimáticas e,

consequentemente, desconforto termo-higrométrico na população marabaense, como mostrado nos estudos conduzidos por Pereira Júnior et al. (2016).

O aumento da ocupação de áreas de preservação permanente dos rios Tocantins e Itacaiúnas, observado no mapa de evolução da mancha urbana de 2019, com tecido urbano significativamente superior aos anos de 2009 e 1999, demonstra ameaça aos corpos hídricos. Estes espaços protegidos, consagrados pelo Código Florestal de 2012 (BRASIL, 2012), contemplam ecossistemas peculiares com diversidade de fauna e flora necessárias ao equilíbrio ecológico defendido pelo artigo 225 da Constituição Federal de (BRASIL, 1988). Ademais, funcionam como um obstáculo natural que visa evitar que uma quantidade exagerada de partículas sólidas e de contaminantes sejam arrastados e despejados nos cursos de água. Apesar disso, é crescente o número de pessoas ocupando estes locais (Figura 7 A) e, consequentemente, promovendo alterações na paisagem natural, bem como o aumento do potencial de erodibilidade nessas áreas (Figura 7 B), tais quais apontados por Oliveira et al. (2019).

Outra consideração diz respeito à expansão da malha urbana que deveria ser, idealmente, acompanhada pela instalação de um adequado sistema de esgoto e um conveniente sistema de disposição de resíduos sólidos. No entanto, a estação de tratamento de esgoto da cidade de Marabá apresenta capacidade de atendimento para somente 86.000 habitantes e o aterro sanitário, na verdade, tem sido categorizado como aterro controlado por Silva et al. (2017). Portanto, a maior parte da população não usufrui dessas modalidades de serviços e, em muitos casos, lança resíduos domésticos em locais inadequados (Figura 7 C).

Nas condições expostas, não é raro o despejo direto de esgoto doméstico e outros poluentes nos corpos hídricos da cidade, inclusive nos rios Tocantins e Itacaiúnas, principais fontes de abastecimento de água dos marabaenses (Figura 7 D). Assim, mesmo após tratamento, as alterações físico-químicas dessas águas permanecem notáveis, segundo Raiol (2010). Consequentemente, os impactos passam a afetar, além do meio físico, a saúde da população. Esta percepção destacou-se nas pesquisas conduzidas por Echer et al. (2017), que apontaram infecções associadas à má qualidade de água, tais como diarreia e vômito em moradores do bairro Filadélfia, na cidade de Marabá. Diante da problemática, em 2018, houve uma revisão no Plano Diretor de Marabá, na qual foi estabelecido no seu Art. 4º. A

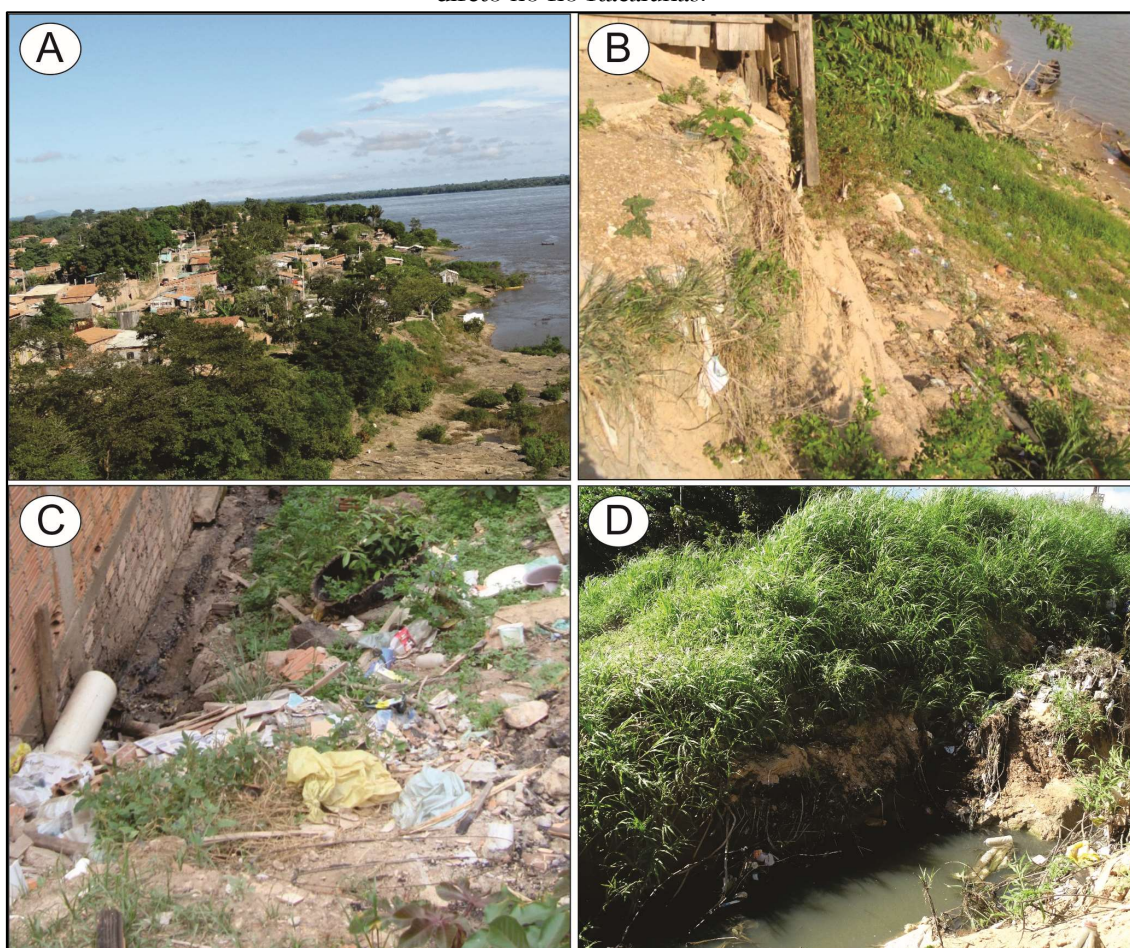
Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Participativo onde se orientam, dentre outros, pelos objetivos estratégicos:

“II - elevar a qualidade de vida da população urbana e rural, particularmente no que se refere à saúde, à educação, à cultura, ao meio ambiente, às condições habitacionais, e de infraestrutura e aos serviços públicos, de forma a promover a inclusão social reduzindo as desigualdades que atingem diferentes camadas da população e distritos do Município de Marabá;

IX - Preservar os recursos hídricos e naturais, com especial atenção à vegetação de cabeceiras das nascentes, matas ciliares.”

Assim sendo, o que não fora observado anteriormente, passou a ser alvo de atenção especial, visando um controle e monitoramento mais específico para as APP e as comunidades em expansão.

Figura 7. Pressões Ambientais sobre o meio ambiente na cidade de Marabá. A) ocupação às margens do rio Tocantins; B) ocupação às margens do rio Itacaiúnas com aumento de erosão e despejo de resíduos; C) Despejo inapropriado de resíduos sólidos e D) despejo de esgoto doméstico direto no rio Itacaiúnas.



Fonte: Organização dos autores.

Conclusões

A utilização de imagens dos satélites Landsat TM-5 e Landsat OLI-8, junto ao Sistema de Informação Geográfica, possibilitou a análise da evolução da mancha urbana na cidade de Marabá entre os anos de 1999 e 2019. O crescimento dessas áreas é consequência do processo histórico de desenvolvimento do município. A progressão do tecido urbano coincide com expansões horizontais, as quais registram os fluxos migratórios associados a ações combinadas, tais como oportunidades de trabalho via criação de polos de serviços, comércios e siderúrgicos, precedidos do programa de crescimento acelerado e da especulação imobiliária.

As condições ambientais da área urbana de Marabá são preocupantes no que se refere à recuperação e conservação da qualidade ambiental. Embora a cidade conte com recursos para investimentos, já que se trata de uma das cidades que mais se desenvolve no norte do país, o crescimento urbano e populacional amplia a pressão sobre o meio ambiente, o que pode acarretar uma acelerada degradação da qualidade do meio físico e de vida da população.

É importante uma atenção diferenciada por parte dos gestores públicos quanto ao desenvolvimento desordenado da cidade de Marabá. Pesquisas em escala de detalhe e implementação de políticas com vistas ao uso adequado do solo, bem como à fiscalização da expansão urbana, sobretudo, em direção a áreas vulneráveis, são fundamentais para minimizar ameaças e alterações adversas das características do meio ambiente da cidade. Os danos ambientais concretos devem ser reparados e o desenvolvimento socioeconômico deve ser garantido, levando em conta a proteção da dignidade da vida humana e o equilíbrio ambiental.

Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acessado em: 20 jan. 2020.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm

CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F. L. A influência do governo federal sobre cidades na Amazônia: os casos de Marabá e Medicilândia. **Novos Cadernos do NAEA**, Belém, v. 12, n. 01, p. 161-192, 2009.

COELHO, M. C. N. (1996). **A CVRD e a (re) estruturação do espaço geográfico na área de Carajás (Pará)**. Brasil: questões atuais da reorganização do território. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 245-281.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev. 1993.

DA SILVA, I. S. **Migração e Cultura no Sudeste do Pará: Marabá (1968-1988)**. Pós-História UFG.2006.

ECHER, E. A.; C., W. P.; PEREIRA JR, A. (2017). Impactos socioambientais provocados pela ausência de infraestrutura no bairro Filadélfia. Marabá-PA. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, 11(1), 184-192.

FELTYNOWSKI, M., KRONENBERG, J., BERGIER, T., KABISCH, N., ŁASZKIEWICZ, E., & STROHBACH, M. W. (2017). Challenges of urban green space management in the face of using inadequate data. **Urban forestry & Urban greening**, 31, 56-66.

FRANTZESKAKI, N; KABISCH, N. 2016. Designing a knowledge co-production operating space for urban environmental governance—lessons from Rotterdam, Netherlands and Berlin, Germany. **Environmental Science Policy**, 62, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.010>.

HUPP, C.; FORTES, P. T. F. O. “Geoprocessamento como ferramenta para análise da ocupação urbana e relação com áreas de preservação permanente na sede do município de Alegre (ES)”. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais. São José dos Campos: INPE, 2013.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2019**. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2019/estimativa_dou_2019.pdf. Acessado em: 15 jan. 2020.

MARABÁ. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Participativo do Município de Marabá**. LEI Nº 17.846, 09 de outubro de 2006. Marabá: Prefeitura Municipal, 2006. Disponível em: http://www.maraba.pa.leg.br:8080/sapl/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=1628. Acessado em: 15 jan. 2020.

MARABÁ. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Participativo do Município de Marabá**. LEI Nº 17.846, 29 de março de 2018. Marabá: Prefeitura Municipal, 2018. Disponível em: http://www.governotransparente.com.br/transparencia/documentos/4466490/download/29/Plano_Diretor_Participativo_%2017.846_Mar%C3%A7o_2018.pdf. Acessado em: 20 jan. 2020.

NASCIMENTO, C. P. **As singularidades dos processos de urbanização na amazônia: uma leitura a partir das cidades de Porto velho (RO) e Marabá (PA)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Universidade Federal do Pará. Belém, 2016.

NUNES, D. A.; TRINDADE JR. S. C.; CARDOSO, S. M. DE “Cidade dos notáveis” a “cidade corporativa”: aspectos do circuito superior da economia urbana em marabá (PA). **Papers do NAEA**, Belém, n. 335, p. 1-26, 2014.

OLIVEIRA, G. P., MAIA, J. O., ALBUQUERQUE, A. R., & PEREIRA JR, A. (2019). Influência da urbanização em Área de Preservação Permanente (APP) no bairro Filadélfia–Marabá (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 5(1).

PEREIRA JR, A., JESUS, E., BASTOS, M., & SANTOS, R. (2016). Microclimate and tree canopy cover: The case of two areas in Núcleo Marabá Pioneira - Pará. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal** - ENFLO, 4(2), 54 - 67.

PONTE, J. P. X. **Relatório de Avaliação de PDP – Município de Marabá**. 2006. Ministério das Cidades

RAIOL, J. D. A. (2010). Perspectivas para o meio ambiente urbano: **GEO Marabá**. Pará, Belém:[sn].

SILVA, S. B.C; LIMA, J.P.N; VIDAL, M.R. Gestão dos resíduos sólidos no “aterro sanitário” da cidade de Marabá – Pa. **VIII SEMANA ACADÊMICA DA UEPA** - Campus VIII, 2017, Marabá. Anais Eletrônico. Marabá, Pará: A interdisciplinaridade na Educação, Saúde, Meio Ambiente e Tecnologia na Amazônia Paraense. n. 4, 2017.

TRINDADE JR. S-C. C.; PEREIRA, J. C. M. Reestruturação da rede urbana e importância das cidades médias na Amazônia Oriental. In: SPOSITO, M. E. B. (Org.) **Cidades médias: espaços em transição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2007, v.1. p. 313-342.

VIS, I. **ENVI Atmospheric Correction Module: QUAC and FLAASH User's Guide**. Module Version 4, 2009. 1-44.