

## **AÇÕES ANTRÓPICAS RELACIONADAS A TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

**\*Jackes Tiburcio<sup>1</sup>; Cinara Wirtzbiki Saraiva<sup>1</sup>; Marcelo dos Santos Targa<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Discente do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, UNITAU, Taubaté, SP, Brasil

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, UNITAU, Taubaté, SP, Brasil

**cinaraw2@hotmail.com, mtarga@unitau.br**

**\*Autor correspondente: e-mail: jackespablo@gmail.com**

### **RESUMO**

Um dos principais motivos das inundações urbanas é a impermeabilização do solo. A taxa de impermeabilização é um fenômeno que tem sido cada vez mais frequente no mundo atual, especialmente em grandes centros urbanos, e segundo CONAMA nº 357/2005, é definida como "a relação entre a área total impermeabilizada e a área total do terreno". A elevada taxa de impermeabilização reduz a capacidade de infiltração do solo fazendo com que a água seja escoada em maior quantidade e velocidade sobre a superfície. Com construções que ocupam a maior parte de seu espaço urbano, o Município de Imperatriz, cresceu de forma desordenada transformando-se em um polo comercial para a região Tocantina, ocasionando a impermeabilização quase completa do seu solo urbano. Este estudo, visa apresentar uma análise da situação das ações antrópicas do município de imperatriz, MA com respeito a ocupação de áreas de risco com construções inadequadas, e o mal uso da taxa de permeabilidade, com o intuito de contribuir e alertar o poder público municipal sobre as consequências destas práticas para o meio ambiente e para a comunidade local. Medidas de mitigação e controle são essenciais para minimizar os efeitos adversos da taxa de impermeabilização. Soluções como a implementação de infraestruturas verdes, como telhados verdes e áreas permeáveis, têm mostrado resultados positivos ao permitir a infiltração da água no solo, além de reduzir o escoamento superficial e promover a recarga de aquíferos. Dentre estas sugestões estaria também, o contínuo controle quanto às construções inadequadas em margens de rios e riachos.

**Palavras-chave:** Ciências ambientais, Ações antrópicas, Bacia hidrográfica, Impermeabilização.

## **ANTHROPIC ACTIONS RELATED TO WATERPROOFING RATE**

### **ABSTRACT**

One of the main reasons for urban flooding is soil sealing. The waterproofing rate is a phenomenon that has been increasingly frequent in today's world, especially in large urban centers, and according to CONAMA nº 357/2005, it is defined as "the ratio between the total area waterproofed and the total area of land". The high rate of waterproofing reduces the infiltration capacity of the soil, causing water to drain in greater quantity and speed over the

surface. With buildings that occupy most of its urban space, the Municipality of Imperatriz grew in a disorderly way, becoming a commercial center for the Tocantina region, causing the almost complete waterproofing of its urban soil. This study aims to present an analysis of the situation of anthropic actions in the municipality of Imperatriz, MA regarding the occupation of risk areas with inadequate constructions, and the misuse of the permeability rate, in order to contribute and alert the municipal public power on the consequences of these practices for the environment and the local community. Mitigation and control measures are essential to minimize the adverse effects of the waterproofing rate. Solutions such as the implementation of green infrastructure, such as green roofs and permeable areas, have shown positive results by allowing water to infiltrate the soil, in addition to reducing surface runoff and promoting aquifer recharge. Among these suggestions would also be the continuous control regarding inadequate constructions on the banks of rivers and streams.

**Keywords:** Environmental sciences, Anthropic actions, Hydrographic Basin, Waterproofing.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais motivos das inundações urbanas é a impermeabilização do solo. A taxa de impermeabilização é um fenômeno que tem sido cada vez mais frequente no mundo atual, especialmente em grandes centros urbanos, e segundo CONAMA nº 357/2005, é definida como "a relação entre a área total impermeabilizada e a área total do terreno" (BRASIL, 2005, p. 6), proporcionada por estruturas como ruas, avenidas, telhados e calçamentos. A elevada taxa de impermeabilização reduz a capacidade de infiltração do solo fazendo com que a água seja escoada em maior quantidade e velocidade sobre a superfície.

Construções em locais inadequados, têm sido um problema cada vez mais frequente em todo o mundo, afetando a qualidade de vida das pessoas e da natureza. No Brasil, em particular, a falta de planejamento e fiscalização por parte dos governos municipais tem permitido a construções irregulares, principalmente em áreas de risco, como áreas sujeitas a inundações dos cursos d'água e encostas sujeitas a escorregamentos.

Como bem relatam Nascimento e Fernandes (2017), por serem unidades geográficas naturais, as bacias hidrográficas possuem características biogeofísicas e sociais interligadas. Sendo que seus principais elementos: solo, água, vegetação e fauna, coexistem em constante dinâmica e interação, e respondem às interposições naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo.

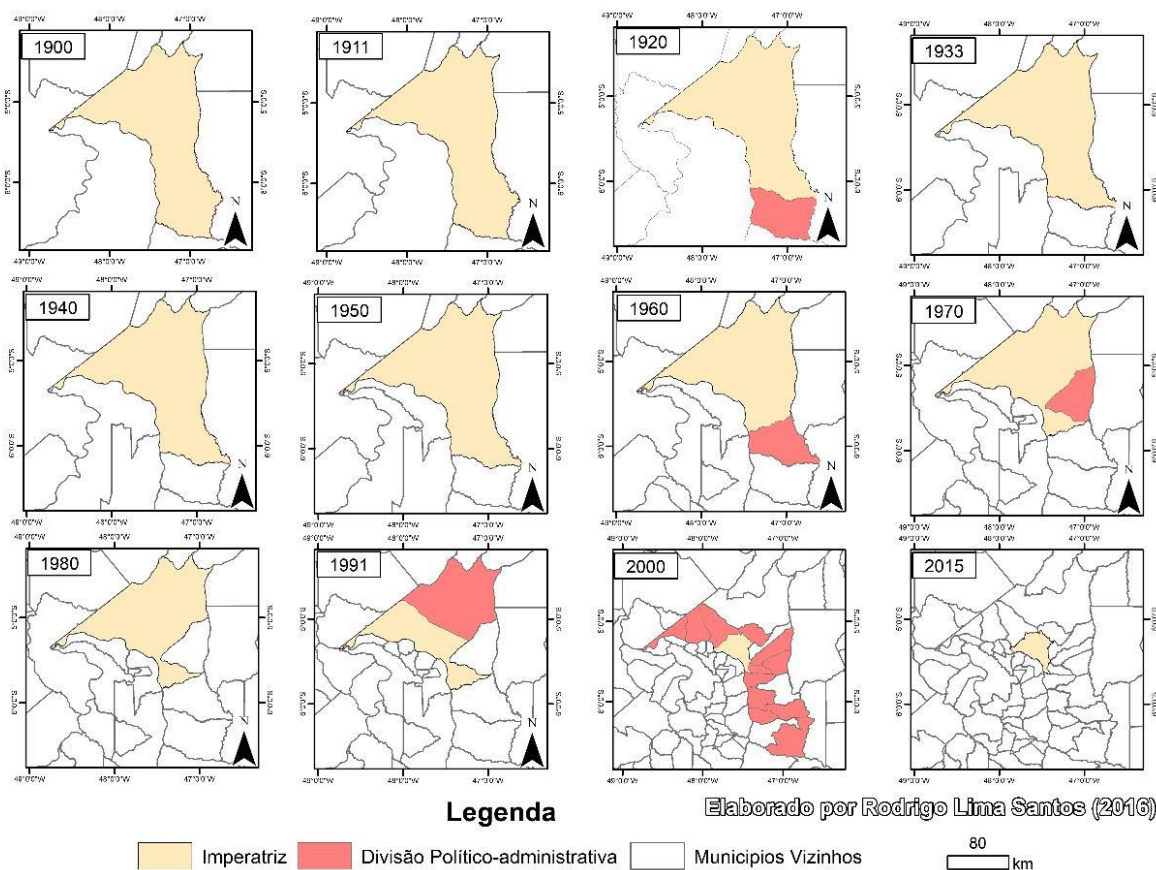
O aumento de áreas urbanas em áreas de risco, aliadas a pouca ou nenhuma estrutura de coleta de lixo e esgoto doméstico, tem ocasionado um crescente aumento na ocorrência de erosões, deslizamentos e assoreamentos, bem como de inundações e alagamentos.

No estado do Maranhão, na região Nordeste do Brasil, o percentual de impermeabilização também tem se mostrado um problema cada vez mais grave. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a taxa de urbanização do estado do Maranhão cresceu de 52,4% em 2000 para 61,4% em 2010. Essa extensão da urbanização pode ter contribuído para o aumento da taxa de impermeabilização.

Também tem sido afetado, com prejuízos materiais e humanos, pelas inundações causadas pela alta taxa de impermeabilização, o município de Imperatriz; localizado no estado do Maranhão, na região nordeste do país. A cidade anteriormente com aspecto rural e com os riachos praticamente intactos, passou a partir de 1958, com o início da construção da rodovia Belém-Brasília a ter grande desenvolvimento no setor da economia regional transformando Imperatriz na segunda maior cidade do estado do Maranhão (CASTRO, 2014). Sendo que sua

população teve um aumento expressivo durante a primeira metade do século XX, ocupando desordenadamente este município.

Santos (2017), demonstra em sua pesquisa a dinâmica territorial deste município e seu processo de fragmentação entre os anos de 1900 a 2015; a partir de uma compilação de dados vetoriais do IBGE, gerando assim o mapeamento e quantificação da extensão territorial neste período, como denota-se na Figura 1.



**Figura 1** - Processamento aplicado em dados vetoriais, para confecção dos mapas decenais, das divisões político-administrativas de Imperatriz. Fonte: Santos (2017).

Melo Júnior (2023) em sua pesquisa, discorre sobre as inundações recorrentes em Imperatriz MA, advindas das modificações antrópicas no escoamento; frisando que as ocupações das margens por habitações cooperam para acelerar o processo erosivo, e conseqüentemente o assoreamento dos leitos dos riachos locais, resultando nas inundações e seus efeitos, que devem ser atenuados por meio das práticas de conservação da água e do solo.

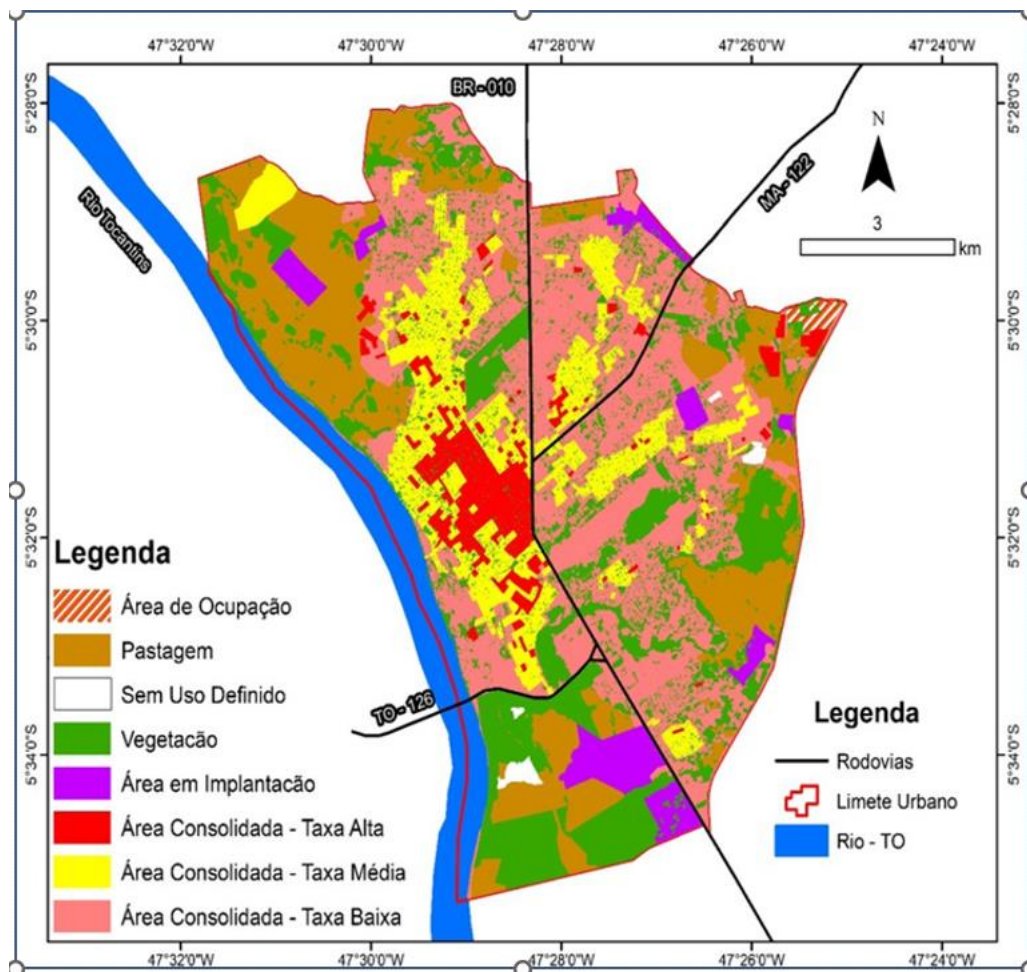
No Brasil a legislação ambiental que regulamenta a construção em áreas próximas a rios e riachos é a Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal. Essa lei a fim de preservar a biodiversidade e garantir a segurança das populações, estabelece, no capítulo II, seção I, a necessidade de manter uma faixa de vegetação nativa, chamada de Área de Preservação Permanente (APP), ao longo das margens dos corpos d'água. A largura da faixa de APP varia de acordo com a largura do curso d'água, sendo de 30 metros para rios em zonas urbanas.

O município de Imperatriz, de acordo com o Plano Diretor, implantado em 2017, no capítulo IV art.47, objetiva reordenar e disciplinar a ocupação territorial para assegurar a universalização do acesso à terra urbanizada e titulada à todos os habitantes, respeitando e protegendo as peculiaridades ambientais, buscando o equilíbrio social e econômico, de acesso a serviços, das desigualdades territoriais, combatendo qualquer grau de condições sub-

humanas de vida e ameaça ao meio ambiente e aos recursos naturais com prioridade a proteção aos cursos d'água e nascentes existentes no município, em busca de uma melhor qualidade de vida para toda a população.

Segundo Melo Júnior (2023), é possível relacionar a expansão das áreas urbanizadas com o registro de eventos de inundações no município. Levando-se em consideração que a retirada da cobertura vegetal associada à obstrução do escoamento e ao aumento da impermeabilização do solo, reduzem a infiltração e conseqüentemente aumentam o escoamento pluvial.

A Figura 2 apresenta o uso e ocupação do solo de Imperatriz-MA no ano de 2016, com destaque para as áreas urbanas.



**Figura 2** - Uso e ocupação do solo de Imperatriz-MA Fonte: Adaptado de SANTOS; NUNES, 2020

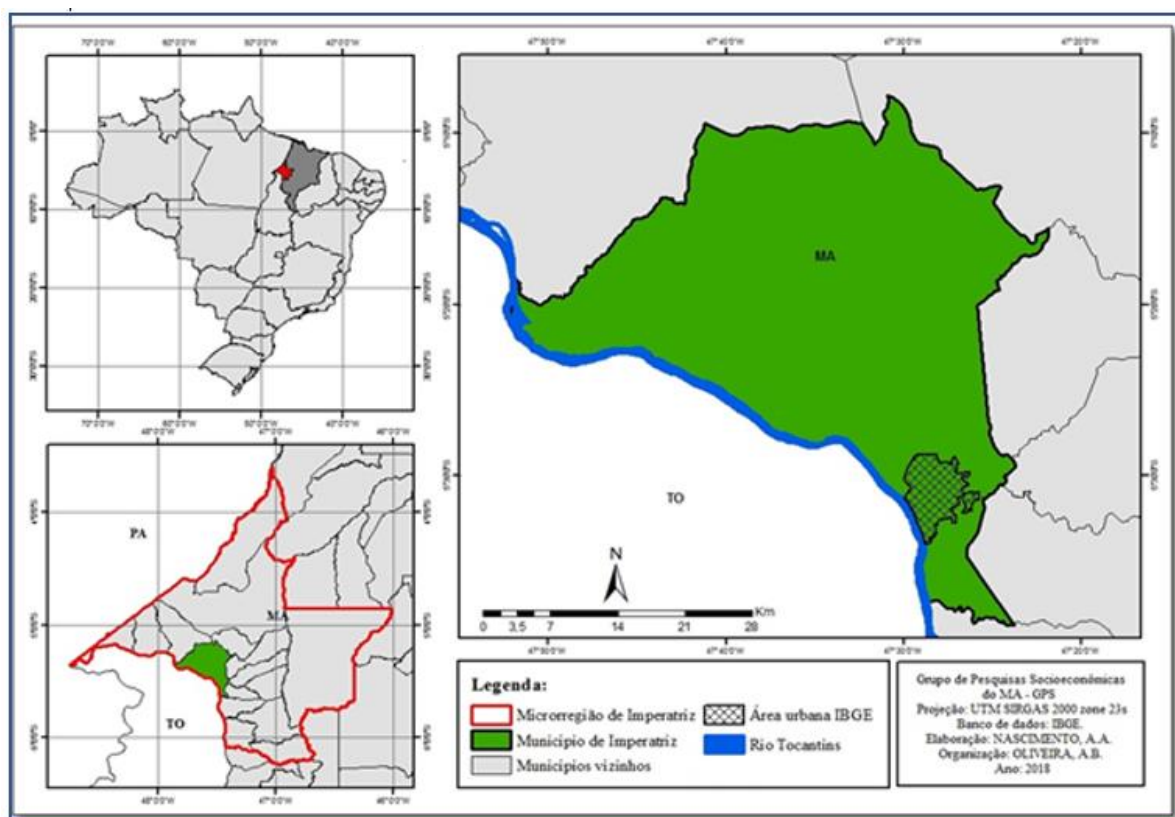
Este estudo, visa apresentar uma análise da situação das ações antrópicas do município de Imperatriz, MA com respeito a ocupação de áreas de risco com construções inadequadas, e o mal uso da taxa de permeabilidade; com o intuito de contribuir e alertar o poder público municipal sobre as conseqüências destas práticas para o meio ambiente e para a comunidade local.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local

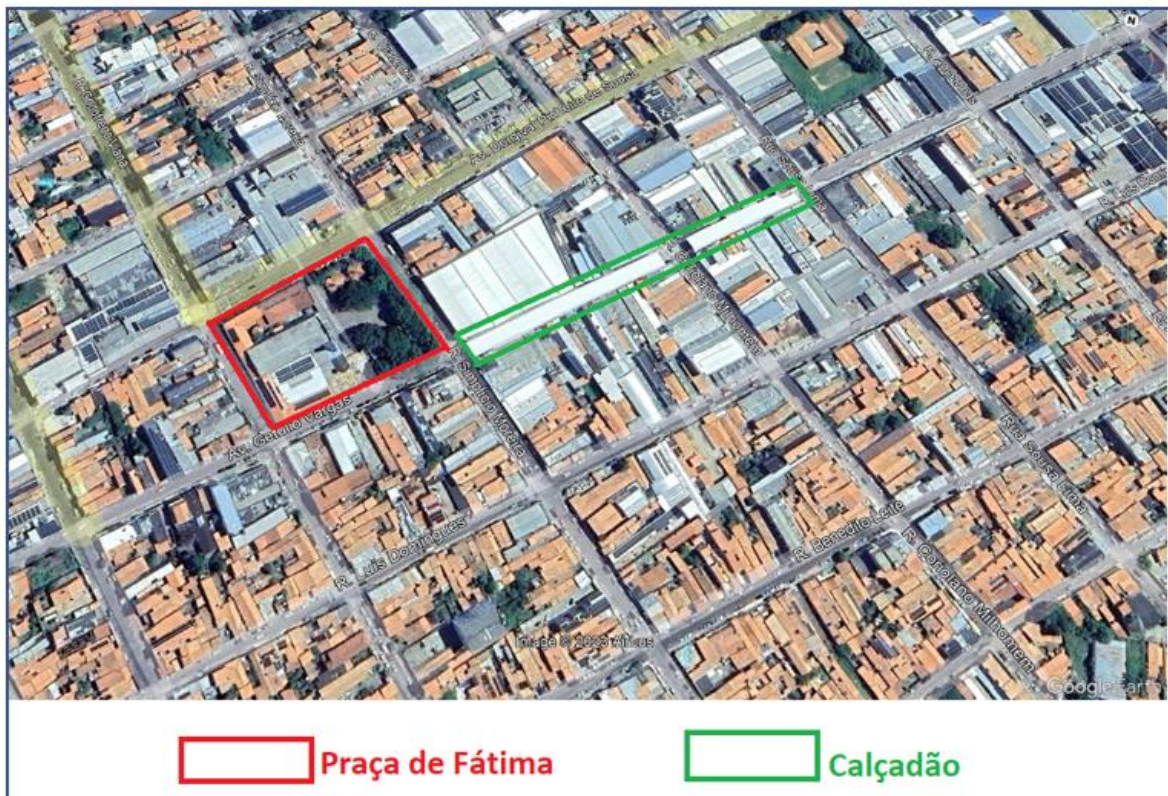
Imperatriz está localizada na mesorregião Oeste do estado do Maranhão (Figura 3), a 615 km da sua capital São Luis, na região nordeste do país, latitude 05° 31' 35" S, longitude 47° 29' 30" W, a uma altitude de 116m (IBGE, 2013). Atualmente, com área Territorial de 1.369,039 km<sup>2</sup> [2022] e população estimada de 259.980 pessoas [2021]. E se estende pela margem direita do Rio Tocantins, sendo atravessada pela rodovia Belém-Brasília (BR-010), em uma região denominada “Bico do Papagaio”, pelo formato de suas fronteiras interestaduais com o norte do estado do Tocantins e sul do Pará (IBGE, 2023).



**Figura 3** - Localização do município de Imperatriz Base de Dados: IBGE, IMESC Fonte Melo Júnior (2023).

Com este quantitativo populacional que ocupa 92% de seu espaço territorial, Imperatriz atingiu através de saltos de crescimento, a partir da construção da BR-010 entre as décadas de 1960 e 1980, o estatus de segunda maior cidade do Maranhão.

O crescimento desordenado do município, neste período, fez de Imperatriz um polo comercial para a região Tocantina. Com construções que ocupam a maior parte de seu espaço urbano, e fica evidente a impermeabilização quase completa do solo urbano, como destaca a Figura 4.



**Figura 4** -Centro da cidade de Imperatriz – MA, em destaque a ausência de árvores e o alto grau de impermeabilização do solo urbano.

Fonte: Google Earth (2023)

## 2.2 Geomorfología

A geomorfologia local, segundo a Companhia de Pesquisa e Recursos Mineirais-CPRM (2014), configura-se como diversificada e antiga, com processos de dissecação/aplainamento acentuados, apresentando as planícies e Terraços Fluviais do Rio Tocantins, onde se assentam a área urbana de Imperatriz.

O guia de cartas geotécnicas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a legislação vigente predizem que, os municípios podem optar por três tipos de cartas: a carta de suscetibilidade, a de aptidão à urbanização e a de risco.

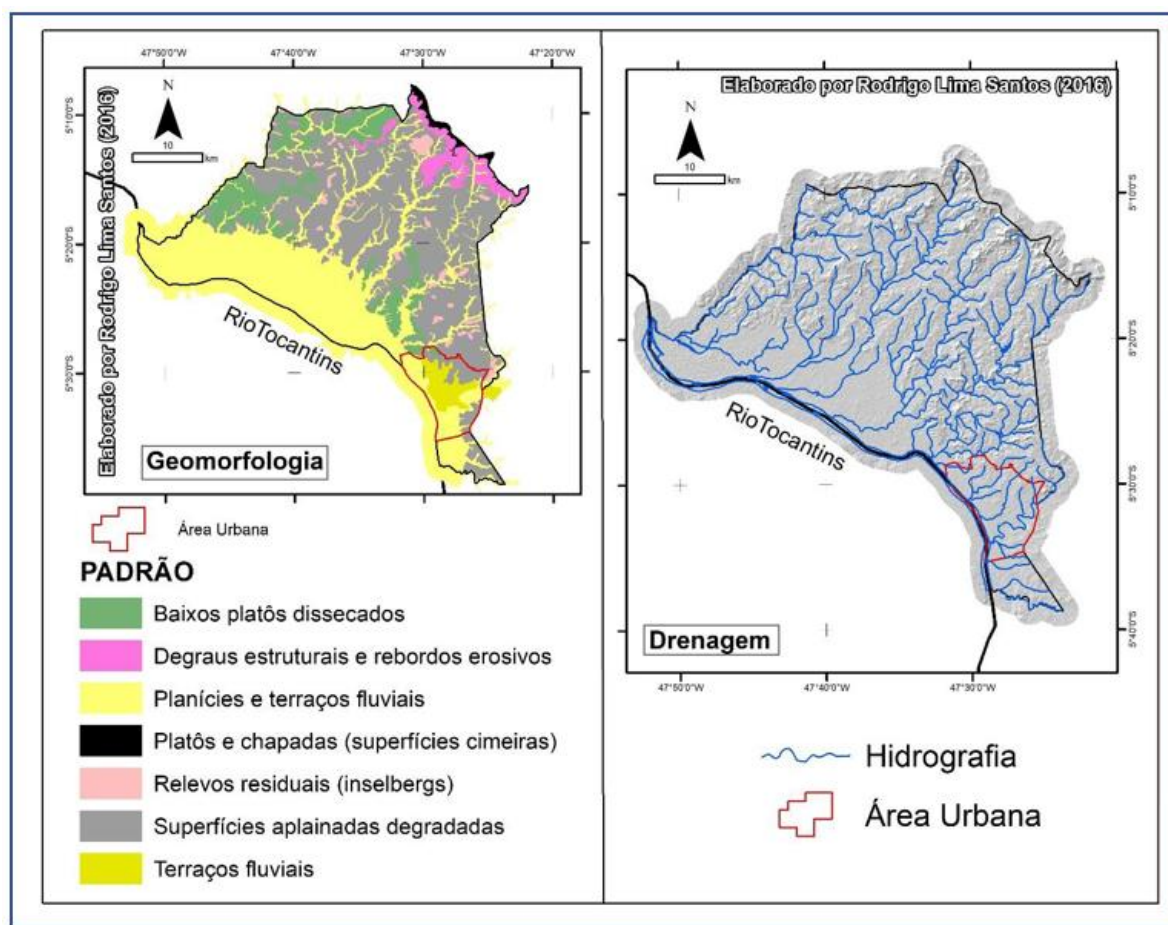
Bitar et al. (2015, p. 10) relata que carta de suscetibilidade “classifica os terrenos em distintos graus quanto à propensão a processos do meio físico, que podem gerar desastres naturais [...]”. No caso da cidade de Imperatriz–MA, as inundações são o evento de maior preocupação, seguida pelos movimentos de massa, em menor escala.

A partir da quantificação dos dados da CPRM (2014), em Imperatriz– MA, as áreas de inundação, que correspondem a 69,2% de sua área urbana, mantêm relação direta com as áreas edificadas. Já as áreas suscetíveis aos movimentos de massa ocorrem em menor proporção no perímetro urbano.

Santos (2017) fez uma análise multicritério do perímetro urbano da cidade de Imperatriz–MA, seguindo informações referentes à qualidade ambiental urbana, às unidades geotécnicas, ao zoneamento urbano e o uso da terra.

Em seu estudo, o autor mostra a rede de drenagem do município (Figura 5), composta por vários riachos que deságuam no Rio Tocantins, todos sofrendo influência das áreas urbanas, entre eles o Riacho Bacuri com 12km de extensão, desde sua nascente até seu

exutório no rio Tocantins, sendo o mais próximo ao centro da cidade, e cortando os bairros mais densamente povoados do município.



**Figura 5** - Elementos do meio físico municipal de Imperatriz – MA: Geomorfologia e Drenagem. Fonte: Santos (2017).

Sabe-se que a urbanização às margens de rios e riachos, contribui para grandes mudanças nesses locais. Esses eventos em sua maioria são provocados por fatores antrópicos, porém, também podem ser resultantes de falhas no processo de planejamento capazes de ocasionar a ruptura de barragens, de estradas e ainda o assoreamento dos cursos d'água.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Imperatriz (MA) é banhado por diversos riachos, porém o riacho Bacuri é o mais extenso, passando por diversos bairros da cidade, como Vila Esmeralda, Vila João Castelo, Parque das Palmeiras, Amazonas, Vila Redenção I e II, Vila Lobão, Parque Sanharol, Parati, Jardim Planalto, Jardim Lopes, Vila Nova, Jardim Imperatriz, Jardim São Luís, Aeroporto, Bacuri, Caema e União, bairros amplamente povoados (RIBEIRO, 2018).

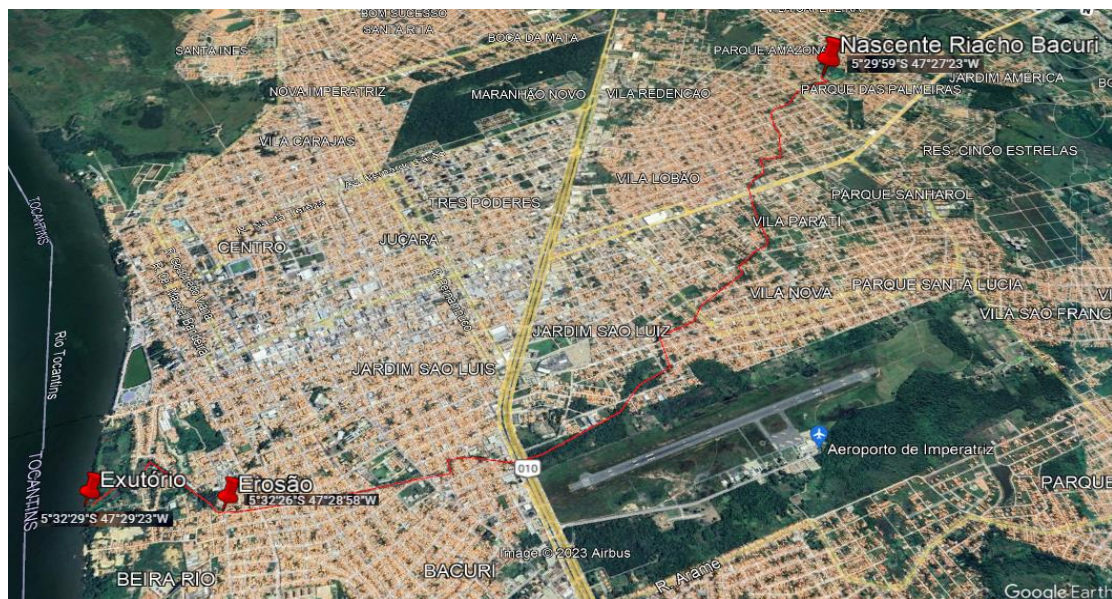
Sendo este um afluente da margem direita do Rio Tocantins, com aproximadamente 14.979,6145 metros de extensão, com sua área de 17, 857 ha, indo do minadouro na localidade Bebedouro ( $5^{\circ}29'43,7''S$  e  $47^{\circ}27'5''W$ ) a aproximadamente um quilômetro da Avenida Pedro



Neiva de Santana, até sua foz identificada nas coordenadas (05°32'29,9"S e 47°29'22,3"W) no Rio Tocantins.

Oliveira (2005), constatou em seu estudo que grande parte da extensão deste riacho, recebe efluentes residenciais de forma descontrolada e que existem trechos em suas margens completamente expropriados pela malha urbana e outros encobertos por construções e praticamente canalizados.

Nas imagens relacionadas na Figura 6, pode-se observar a posição geográfica do afluente Riacho Bacuri, iniciando-se em perímetro urbano, próximo à avenida Jacob; na divisa dos Bairros Cafeteira e Redenção, e com seu deságue no Rio Tocantins. Possui 170 metros de altitude no ponto mais alto, e 100 m no ponto mais baixo, com 70 m de desnível (OLIVEIRA, 2019).



**Figura 6** - Riacho Bacuri em Imperatriz, MA.

Fonte: Autor, 2023

Como pode-se notar na Figura 6, o curso do riacho passa por uma região urbanizada onde o bairro também é chamado de Bacuri.

Melo Júnior (2023) demonstra através de seu estudo que o uso e ocupação do solo da bacia Bacuri (Figura 7), é predominantemente de infraestrutura urbana, que este possui um CN (Curva Número) alto, e que a bacia possui solos pouco permeáveis (Neossolo Flúvico Ta Eutrófico e Luvisolo Háplico Órtico), dificultando a infiltração do volume de precipitação no solo, aumentando o escoamento superficial.

Neste mesmo estudo, o autor concluiu ainda que esta bacia contribui significativamente para o histórico de enchentes no município, além de que o crescimento da taxa de uso e ocupação desta área com infraestrutura urbana necessita ser revista e aponta a necessidade de mudanças estruturais para aumentar a vazão nos bueiros do local.

O Riacho Bacuri, atualmente transporta pelo seu leito uma vazão composta por lixos, dejetos e poluentes que acabam assoreando-o, reduzindo assim, a velocidade do fluxo da água, e como consequência disso, tem-se as enchentes, principalmente no período de chuvas todos os anos, um dos maiores problemas sociais, econômicos e ambientais a serem enfrentados pelo município, uma vez que nesse período muitas famílias são desabrigadas (OLIVEIRA, 2005; RIBEIRO, 2018). No Quadro 1 é possível identificar um ponto com processo erosivo ativo localizado no mesmo afluente.





**Figura 7** – Encontro Riacho Bacuri com o Rio Tocantins. Coordenadas: 5°32'29''S 47°29'23''W. Fonte: Autor (2023)

PONTO DE EROSÃO	
IMAGENS	OBSERVAÇÕES
<p>1-A</p>	<p>PROCESSO EROSIVO AVANÇANDO A VIA PÚBLICA</p> <p>ASSOREAMENTO</p> <p>TALUDE COM INCLINAÇÃO NEGATIVA</p> <p>POUCA SINALIZAÇÃO</p> <p>RESIDENCIAS ÀS MARGENS - AUSÊNCIA DE RECUO MÍNIMO</p>
<p>1-B</p>	<p>AUSÊNCIA DE MATA CILIAR</p> <p>PRESENÇA DE RESÍDUOS</p> <p>RESIDENCIAS ÀS MARGENS - AUSÊNCIA DE RECUO MÍNIMO</p>
<p>1-C</p>	<p>AUSÊNCIA DE CALÇADA</p> <p>PROCESSO EROSIVO AVANÇANDO A VIA PÚBLICA</p> <p>RESIDENCIAS ÀS MARGENS - AUSÊNCIA DE RECUO MÍNIMO</p>
<p>1-D</p>	<p>POUCA SINALIZAÇÃO</p> <p>CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS PRÓXIMAS À MARGEM</p>

**Quadro 1** - Erosões em perímetro urbano. Fonte: Autor, 2023.

## 4. CONCLUSÃO

Em conclusão, evidencia-se que as ações antrópicas relacionadas à taxa de impermeabilização do solo têm consequências profundas e abrangentes. A impermeabilização do solo altera o ciclo natural da água, aumentando o escoamento superficial e diminuindo a infiltração no solo. Isso resulta em uma série de impactos negativos, como enchentes urbanas, erosões e diminuição do abastecimento de água subterrânea.

Medidas de mitigação e controle são essenciais para minimizar os efeitos adversos da taxa de impermeabilização. Soluções como a implementação de infraestruturas verdes, como telhados verdes e áreas permeáveis, têm mostrado resultados positivos ao permitir a infiltração da água no solo, reduzir o escoamento superficial e promover a recarga de aquíferos. Além do contínuo controle quanto às construções inadequadas em margens de rios e riachos.

## 5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Rafael de Oliveira. Carta de potencial do escoamento superficial na sub-bacia hidrográfica do riacho Capivara no município de Imperatriz - MA / Rafael de Oliveira Araújo. – São Luís, 2020. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão, 2020. [https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/1337/1/RAFAEL\\_ARAUJO-DISSERTA%C3%87%C3%83O.pdf](https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/1337/1/RAFAEL_ARAUJO-DISSERTA%C3%87%C3%83O.pdf) Acesso em 13 jun 2023
- SANTOS, Rodrigo Lima et al. Dinâmica e qualidade ambiental urbana da paisagem no município de Imperatriz (MA). 2017. **Dissertação** - Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Goiás. 192f. 2017
- MELO JÚNIOR, Alcenor Ferreira et al. Análise do comportamento do riacho Bacuri por meio da curva cota-volume. **Novos Cadernos NAEA**, v. 26, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/12728>. Acesso em 14 set 2023
- BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CASTRO, Mercedes Pereira de. Ações antrópicas na bacia hidrográfica do Riacho Bacuri em Imperatriz-MA. **Dissertação** - Mestrado em Ciências Ambientais. Universidade de Taubaté, Taubaté-SP. 67f. 2014.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: [cidades.ibge.gov.br](http://cidades.ibge.gov.br). Acesso em 14 set 2023
- NASCIMENTO, Thays Valente; FERNANDES, Lindemberg Lima. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. *Ciência e Natura*, v. 39, n. 1, p. 169-177, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4675/467549116018/html/>. Acesso em 14 set 2023
- OLIVEIRA, Antonio Neres. Os Custos socioeconômicos e ambientais dos impactos da urbanização de Imperatriz nos mananciais urbanos: um estudo de caso na micro-bacia do Riacho Bacuri. Orientador: Adagenor Lobato Ribeiro. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Belém, 2005. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1958>. Acesso em: 18 mai 2023

---

ORTEGA, Diego Javier Perez. Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira - SP / Diego Javier Perez Ortega. 151f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, 2011

RIBEIRO, Regina da Conceição. ÁGUA VAI, ÁGUA VAI, ÁGUA VAI: os transbordamentos dos Riachos na cidade de Imperatriz-MA. 2018. 61 f. Monografia (Graduação em Licenciatura Ciências Humanas – Sociologia) – Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2018.

SANTOS, R. L.; NUNES, F. G.. Qualidade ambiental do município de Imperatriz-MA: Uma análise multicritério de indicadores intra-urbanos. Caminhos da Geografia (UFU. Online), v. 21, p. 01-20, 2020. REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA  
<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/> ISSN 1678-6343 DOI:  
<http://doi.org/10.14393/RCG217850883> Acesso em: 18 mai 2023