

Trabalho de Graduação  
Curso de Graduação em Geografia

**A intensificação das inundações na bacia do córrego do Braço Morto: análise da permeabilidade em áreas de relevância ambiental.**

Lucas de Freitas Lopes

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Silva Lemos

Rio Claro (SP)

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

Lucas de Freitas Lopes

**A intensificação das inundações na bacia do córrego do Braço Morto:**

**análise da permeabilidade e áreas de relevância ambiental.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia, junto ao Conselho de Curso de Bacharelado em Geografia, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Rio Claro.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Silva Lemos

Rio Claro

2025

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L864i | <p data-bbox="469 1393 724 1429">Lopes, Lucas de Freitas</p> <p data-bbox="469 1435 1219 1552">A intensificação das inundações na bacia do córrego do Braço<br/>Morto : análise da permeabilidade em áreas de relevância ambiental. /<br/>Lucas de Freitas Lopes. -- Rio Claro, 2025</p> <p data-bbox="496 1559 804 1594">62 p. : il., tabs., fotos, mapas</p> <p data-bbox="469 1637 1203 1753">Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) -<br/>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e<br/>Ciências Exatas, Rio Claro</p> <p data-bbox="496 1760 852 1796">Orientador: Rodrigo Silva Lemos</p> <p data-bbox="469 1839 1091 1915">1. Osasco. 2. Inundações urbanas. 3. Vulnerabilidade. 4.<br/>Impermeabilização do solo. 5. Urbanização. I. Título.</p> |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

LUCAS DE FREITAS LOPES

A INTENSIFICAÇÃO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA  
DO CÓRREGO DO BRAÇO MORTO: ANÁLISE DE  
PERMEABILIDADE EM ÁREAS DE RELEVÂNCIA  
AMBIENTAL

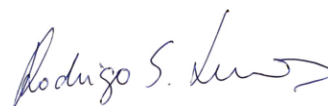
Estágio Supervisionado ou  
Trabalho de Graduação  
apresentado ao Instituto de  
Geociências e Ciências Exatas -  
Câmpus de Rio Claro, da  
Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências da Computação.

Comissão Examinadora:  
Prof. Dr. Rodrigo Silva Lemos (orientador)  
Prof. Dr. Danilo Marques de Magalhães  
Prof. Dr. Diego Corrêa Maia

Rio Claro, 17 de Dezembro de 2025.



Assinatura do(a) aluno(a)



assinatura do(a) orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu pai e à minha mãe por todo o apoio e suporte durante todos estes anos. Agradeço a tudo que eles me proporcionaram.

À minha irmã que esteve presente para me apoiar em todos os momentos de estresse e dúvida.

À toda minha família, minha avó, tio e tias, primos e primas, por serem uma presença constante em minha vida. Deixo um agradecimento especial a Beatriz Fortes pelo companheirismo nestes últimos tempos em São Paulo.

Ao meu orientador, Prof. Rodrigo Lemos pela tranquilidade, paciência e suporte em todos os momentos deste processo.

Aos meus amigos por todo o companheirismo e momentos divertidos proporcionados.

Agradeço ao Igor Claro pela presença constante em minha vida, pelos conselhos e conversas que me apoiaram nos momentos em que mais precisei e por todas as histórias compartilhadas ao longo de nossos 20 anos de amizade.

Ao Thyago Tavares, pelo companheirismo e por me motivar a iniciar este trabalho com sua presença.

Ao Gabriel Silva, pelas conversas e pelo interesse nos diversos assuntos que temos em comum.

Ao Otávio Neto, pelos anos que moramos juntos. Pelos momentos que passamos juntos, pela essa forte amizade, todas as histórias que vivemos juntos e pela paciência ao longo dessa convivência.

## RESUMO

Em decorrência das transformações geradas pela urbanização e pela industrialização, o município de Osasco (SP) sofre com problemas de inundações constantes em áreas mais vulneráveis. A partir de uma leitura histórica da formação do território e das condicionantes físico-ambientais, buscamos situar neste trabalho como a ocupação das planícies de inundação do rio Tietê e dos cursos d'água da bacia do córrego do Braço Morto, o ciclo industrial metropolitano e o crescimento urbano rápido e pouco planejado, vieram a desenvolver uma situação de vulnerabilidade e risco para os moradores da região, que convivem com o constante perigo de inundações e outros desastres hidrológicos. Define-se como objetivo geral compreender os processos de inundação na bacia do córrego do Braço Morto, a partir da revisão a literatura sobre a formação territorial do município de Osasco e o mapeamento das áreas suscetíveis na bacia. A área de estudo abrange o córrego do Braço Morto e seus tributários, os córregos Rico, Bonança, Baronesa (e seu afluente o ribeirão da Clara) e o ribeirão Vermelho (com seu afluente o ribeirão da Olaria). Foi realizada a análise dos aspectos físicos e naturais da bacia, altimetria, declividade e pedologia, e a análise multitemporal do uso e cobertura da terra, apoiando-se no uso dos índices espectrais NDVI e NDBI, para o mapeamento da cobertura vegetal e de áreas impermeáveis, respectivamente. A partir dessa análise, foi observada a presença de fragilidades naturais que, por conta da ação antrópica, foram acentuadas devido ao processo de urbanização informal e precária, com a remoção da cobertura vegetal e a ocupação das planícies de inundação dos cursos d'água da bacia do córrego do Braço Morto, gerando uma região com alta susceptibilidade a inundações.

**Palavras-chave:** Osasco. Córrego do Braço Morto. Inundações urbanas. Vulnerabilidade. Urbanização. Impermeabilização do solo.

## ABSTRACT

As a result of the transformations brought on by urbanization and industrialization, the municipality of Osasco (SP) suffers from flooding problems in its most vulnerable areas. Based on the historical reading of the territorial formation and the physical and natural factors, this study seeks to situate how the occupation of the Tietê river floodplains and the watercourses of the Braço Morto creek basin, the metropolitan industrial cycle and the rapid, poorly planned urban growth came to develop a situation of vulnerability and risk for the residents of the region, who live with the constant danger of floods and other hydrological disasters. The general objective is defined as understanding the flooding processes in the Braço Morto creek basin, through a review of the literature on the territorial formation of the municipality of Osasco and the mapping of susceptible areas in the basin. The study area covers the Braço Morto creek, and its tributaries, the Rico, Bonança and Baronesa creeks (and its tributary, the da Clara stream), and the Vermelho stream (and its tributary, the da Olaria stream). The analysis encompassed the basin's physical-natural attributes, altimetry, slope and pedology, and the multitemporal analysis of the land use and land cover, supported by the spectral indexes NDVI and NDBI to map, respectively, vegetation cover and built-up areas. From this analysis, natural fragilities were observed which, due to anthropogenic action, were accentuated by disorganized urbanization, with the removal of vegetation cover and the occupation of the floodplains of the watercourses in the Braço Morto creek basin, creating a region with high susceptibility to flooding.

**Keywords:** Osasco. Braço Morto creek. Urban flooding. Vulnerability. Urbanization. Built-up areas.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Mapa da rede de drenagem da Bacia do córrego do Braço Morto e regiões vizinhas.<br>.....                                                 | 12 |
| Figura 2: Vulnerabilidade e Impacto de eventos de inundação.....                                                                                   | 15 |
| Figura 3: Residências invadidos pela inundação no Rochdale, em 2011 .....                                                                          | 16 |
| Figura 4: Equipe da Defesa Civil de Osasco retirando árvores derrubadas pela chuva .....                                                           | 17 |
| Figura 5: Inundação no bairro do Rochdale, após o transbordamento do córrego do Braço Morto<br>.....                                               | 18 |
| Figura 6: Alagamentos no Rochdale em março de 2018 .....                                                                                           | 19 |
| Figura 7: Chuvas em fevereiro de 2020 causam alagamentos na av. Brasil no bairro do Rochdale<br>e o extravasamento do córrego do Braço Morto ..... | 20 |
| Figura 8: Alagamento em Osasco no dia 19 de fevereiro de 2023 .....                                                                                | 21 |
| Figura 9: Casa e Capela de Antônio Raposo Tavares.....                                                                                             | 25 |
| Figura 10: Vizinhos de Antônio Agu em 1990 .....                                                                                                   | 28 |
| Figura 11: Mapa hipsométrico do município de Osasco e regiões vizinhas .....                                                                       | 36 |
| Figura 12: Mapa de declividade do município de Osasco e da bacia do córrego do Braço Morto<br>.....                                                | 38 |
| Figura 13: Mapa pedológico de Osasco.....                                                                                                          | 40 |
| Figura 14: Mapa pedológico de Osasco: subgrupos texturais .....                                                                                    | 42 |
| Figura 15: Uso da terra do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em 1985<br>e 2023.....                                         | 44 |
| Figura 16: Mapa de NDVI do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em<br>1985 e 2025 .....                                        | 47 |
| Figura 17: Mapa de NDBI do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em<br>1985 e 2025 .....                                        | 50 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Crescimento populacional do município de Osasco entre 1920 e 2022.....           | 11 |
| Tabela 2: trechos da canalização do rio Tietê, com suas respectivas datas e extensões..... | 32 |
| Tabela 3: Uso de terra na bacia do córrego do Braço Morto entre 1985 e 2023.....           | 45 |
| Tabela 4: porcentagem das classes de NDVI na bacia do córrego do Braço Morto .....         | 48 |
| Tabela 5: porcentagem das classes de NDBI na bacia do córrego do Braço Morto .....         | 50 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|              |                                                     |
|--------------|-----------------------------------------------------|
| ANA.....     | Agência Nacional de Águas                           |
| APPs.....    | Áreas de proteção permanente                        |
| BHO.....     | Base Hidrográfica Ottocodificada                    |
| COBRADE..... | Classificação e Codificação Brasileira de Desastres |
| COMDEC.....  | Coordenadoria Municipal de Defesa Civil             |
| EM-DAT ..... | <i>The International Disaster Database</i>          |
| IBGE.....    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística     |
| INPE.....    | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais           |
| MDEs.....    | Modelos Digitais de Elevação                        |
| NDBI.....    | Índice de Construção por Diferença Normalizada      |
| NDVI.....    | Índice de Vegetação por Diferença Normalizada       |
| NIR.....     | Infravermelho próximo                               |
| PAR.....     | Radiação fotossinteticamente ativa                  |
| SRTM.....    | <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>             |
| SWIR.....    | Infravermelho médio                                 |
| ZACS.....    | Zona de Convergência do Atlântico Sul               |

## SUMÁRIO

|           |                                                                                                   |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                           | <b>11</b> |
| <b>2.</b> | <b>OBJETIVO GERAL .....</b>                                                                       | <b>22</b> |
| 2.1.      | Objetivos específicos .....                                                                       | 22        |
| <b>3.</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                                   | <b>23</b> |
| <b>4.</b> | <b>A IMPORTÂNCIA DOS RIOS PARA O MUNICÍPIO DE OSASCO .....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>5.</b> | <b>A SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO E A PERMEABILIDADE NA BACIA DO CÓRREGO DO BRAÇO MORTO .....</b> | <b>35</b> |
| 5.1.      | Atributos físicos .....                                                                           | 35        |
| 5.1.1.    | Declividade e altimetria .....                                                                    | 35        |
| 5.1.2.    | Pedologia .....                                                                                   | 39        |
| 5.2.      | Evolução das áreas urbanas .....                                                                  | 42        |
| 5.2.1.    | Mudanças na cobertura da terra .....                                                              | 42        |
| 5.2.2.    | Uso do NDVI para a análise multitemporal da cobertura vegetal .....                               | 45        |
| 5.2.3.    | Uso do NDBI para a análise multitemporal de superfícies impermeáveis .....                        | 48        |
| <b>6.</b> | <b>DISCUSSÃO: PROCESSO HISTÓRICO, ATRIBUTOS FÍSICOS E MUDANÇA NO USO DA TERRA. ....</b>           | <b>52</b> |
| <b>7.</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                  | <b>54</b> |
| <b>8.</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                                            | <b>56</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A ocupação territorial urbana no Brasil é historicamente marcada por processos de ocupação que não são sensíveis às questões ambientais. O município de Osasco é o um caso de estudo interessante. Devido à baixa aptidão agrícola de seus solos, que dificultaram o desenvolvimento agrário da cidade, e sua proximidade com a capital de São Paulo, seu crescimento está intrinsicamente ligado aos processos urbanização e industrialização brasileira (Albino, 2014).

Formada em torno dos terraços fluviais do rio Tietê e seus afluentes, a cidade teve seus primeiros núcleos de povoamento ligados aos rios, que forneciam rotas de acesso da capital paulista para o interior. O intenso crescimento populacional (Tabela 1) veio a ocorrer somente no século XX, presenciando o surto industrial junto a região metropolitana de São Paulo, se tornando um dos mais importantes núcleos industriais do Brasil. A expansão industrial gerou um impulso para o processo de urbanização, aspecto indissociável a ela, modificando rapidamente a organização espacial de Osasco (Coelho, 1998).

Tabela 1: Crescimento populacional do município de Osasco entre 1920 e 2022

| ANO  | POPULAÇÃO | CRESCIMENTO | TAXA DE CRESCIMENTO (%) |
|------|-----------|-------------|-------------------------|
| 1920 | 4.128     | -           | -                       |
| 1930 | 11.528    | 7.400       | 179,3                   |
| 1940 | 15.128    | 3.600       | 31,2                    |
| 1950 | 43.427    | 28.299      | 187,1                   |
| 1960 | 116.080   | 72.653      | 167,3                   |
| 1970 | 283.073   | 166.993     | 143,9                   |
| 1980 | 474.544   | 191.471     | 67,6                    |
| 1991 | 568.226   | 93.682      | 19,7                    |
| 2000 | 652.593   | 84.367      | 14,8                    |
| 2010 | 666.740   | 14.147      | 2,2                     |
| 2022 | 756.952   | 90.212      | 13,6                    |

**Fontes: Albino (2014), IBGE (2022)**

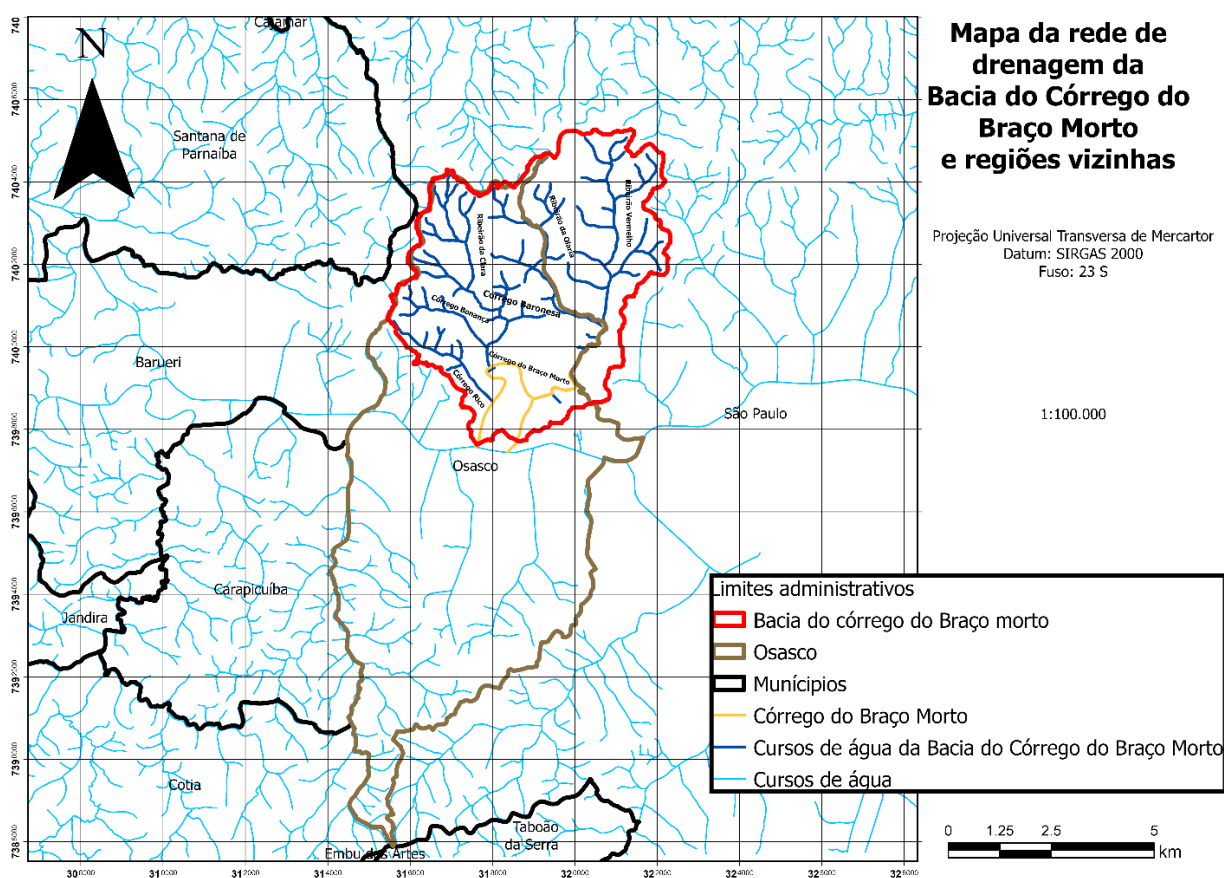
O município ainda sofre com consequências severas deste ritmo acelerado de crescimento. Osasco conquistou sua emancipação de São Paulo em 1962, antes disto o então distrito não era prioridade na aplicação de recursos pela administração municipal e estadual. Os impactos dos problemas de planejamento e de gestão foram intensificados pela falta de serviços, de infraestrutura e de atenção prestada pela prefeitura de São Paulo ao município de Osasco. Tudo isto enquanto o polo industrial fornecia valores consideráveis, fonte do crescente parque industrial, aos cofres da prefeitura de São Paulo. (Coelho, 1998).

Estes problemas de planejamento produziram uma cidade em rápida expansão populacional com graves deficiências estruturais. Com o aumento das propriedades após a

década de 80, se iniciou um processo de ocupação de áreas susceptíveis à eventos ambientalmente adversos, principalmente inundações nas planícies dos rios e dos córregos da região norte de Osasco (Rios, 2025).

A área é compreendida pela bacia do córrego do Braço Morto (Figura 1), formada pelo córrego do Braço Morto e seus afluentes, o córrego Rico, o córrego Bonança, o córrego Baronesa e seu afluente o Ribeirão da Clara, e o ribeirão Vermelho e seu afluente o ribeirão da Olaria. Também é incluída nesta bacia parte dos territórios dos bairros Anhanguera, Jaguará, Pirituba e São Domingos do município de São Paulo.

Figura 1: Mapa da rede de drenagem da Bacia do córrego do Braço Morto e regiões vizinhas.



Fonte: Agência Nacional de Águas (2012).

Com base nos dados disponibilizados pela organização *The International Disaster Database* (EM-DAT), entre os anos de 2000 e 2024 o Brasil foi o quinto país que mais sofreu com eventos relacionados a inundações. Neste período foram registradas 115 ocorrências, afetando mais de 12 milhões de pessoas e resultando em 3.591 mortes (Delforge, 2025).

O processo acelerado de expansão urbana em um modelo que não considera as dinâmicas hídricas de forma sistêmica, intensifica os danos e a frequência deste desastre natural.

As inundações<sup>1</sup> são eventos naturais, associados a dinâmica fluvial, porém seus efeitos são acentuados pelos diferentes usos antrópicos em uma determinada bacia hidrográfica. A impermeabilização do solo e a ocupação de áreas de alagamento de rios diminuem a capacidade de infiltração da água e modificam o sistema de drenagem (Soares, 2018).

Tucci (2012) classifica as inundações em ribeirinhas, quando a área da planície de inundação é inundada por conta de chuvas intensas devido a eventos climáticos naturais regionais e locais, e urbanas, causadas pela diminuição da capacidade do sistema de drenagem por conta da impermeabilização e canalização dos cursos de água, gerando inundações que não existiriam no ambiente natural. A urbanização também impacta a erosão, a sedimentação, o acúmulo de resíduos sólidos, a velocidade do escoamento e a deterioração da qualidade da água pluvial, intensificando as inundações.

De acordo com Haddad (2015), as inundações causam danos econômicos consideráveis na cidade de São Paulo. O desenvolvimento irregular e informal da malha urbana e o aumento de ocorrências de eventos extremos climáticos intensificam os danos causados por inundações, potencializado pela falta de mecanismos de resposta e prevenção. O autor estima que, em 2008, inundações na cidade de São Paulo causaram danos diretos de aproximadamente 43,5 milhões de reais à economia brasileira. Para elaborar a questão de pesquisa, considera-se necessário definir alguns conceitos: susceptibilidade, vulnerabilidade, perigo e risco.

Balica et al. (2012) determina que a susceptibilidade de um ambiente a um evento é definida por elementos intrínsecos em um sistema, que influenciam a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos. A variar a forma de uma bacia hidrográfica, padrões de relevo, solo e outras características naturais, tem-se uma maior susceptibilidade a eventos de inundações. A vulnerabilidade, por sua vez, pode ser medida através de certos indicadores socioeconômicos e ambientais que apresentam a capacidade do ambiente, da sociedade e de seus indivíduos de manejar os impactos de um evento adverso. A vulnerabilidade é uma medida

---

<sup>1</sup> A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil definiu, através da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE, três tipos de desastres hidrológicos. Inundação é o transbordamento gradual de um curso de rio causado por chuva excessiva, fazendo a água ocupar áreas marginais. A precipitação intensa e concentrada pode também causar enxurradas, isto é uma elevação da vazão da drenagem, gerando um escoamento superficial intenso e de alta velocidade. Já o alagamento é gerado por inadequações na drenagem e infraestrutura urbana, que não possuem a capacidade de escoamento necessária para controlar o aumento de nível de vazão proveniente de chuvas fortes, causando uma sobrecarga no sistema de drenagem e acúmulos de água nas ruas e calçadas (SEDEC, 2017).

da intensidade das consequências potenciais e é definida pela relação entre a intensidade do dano causado e a magnitude do perigo.

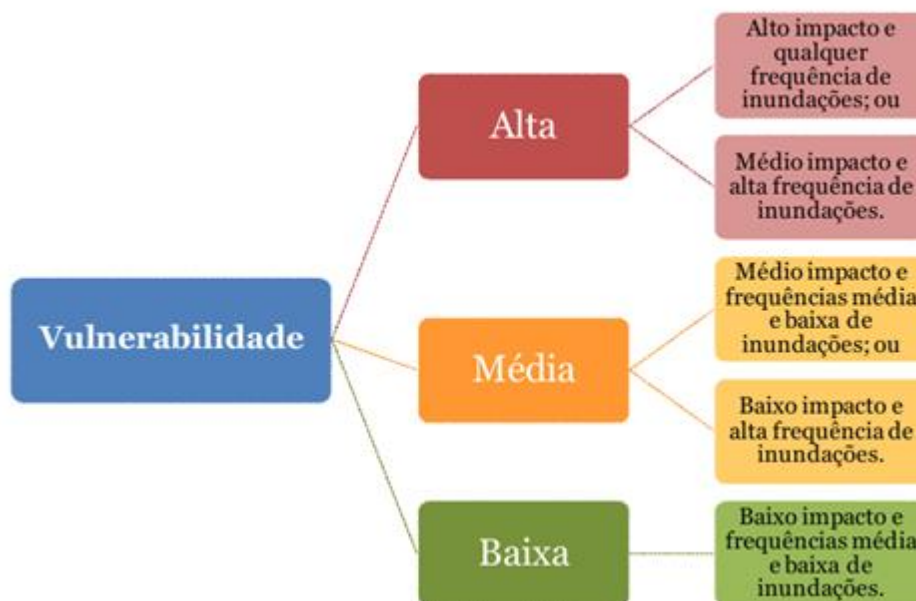
Por sua vez, Cançado (2009) determina que o “perigo” é a chance de uma ameaça ocorrer e de gerar consequências desagradáveis. A COBRADE (SEDEC, 2007), por sua vez, define o conceito de “Risco” como a relação entre a probabilidade da ocorrência de determinados eventos adversos e o grau de vulnerabilidade do sistema. Risco é o resultado da interação entre vulnerabilidade e perigo que podem ser intensificados por uma maior susceptibilidade do ambiente.

O Atlas de vulnerabilidade a inundações (ANA, 2014) classifica os impactos e frequência das inundações, desenvolvendo uma matriz de vulnerabilidade<sup>2</sup> que é elaborada considerando a frequência e o impacto gerado pelas inundações. A frequência é separada em baixa, quando não há registro de eventos de inundação nos últimos 10 anos; média, quando há registro de ocorrências entre 5 a 10 anos; e alta, quando há registros de inundações nos últimos 5 anos. Já os impactos são classificados também em baixo (danos locais), médio (danos razoáveis à infraestrutura e residências) e alto (danos consideráveis à infraestrutura e residências e alta chance de dano à vida humana). A Figura 2 apresenta como a vulnerabilidade se associa aos impactos em processo de inundações.

---

<sup>2</sup> A vulnerabilidade é entendida como um grau de exposição e impacto para um elemento, grupo ou comunidade que foi afetada por um determinado fenômeno. Importante destacar que diferentes grupos apresentam variados níveis de vulnerabilidades a um mesmo fenômeno, gerando impactos e percepções de impactos diferentes.

Figura 2: Vulnerabilidade e Impacto de eventos de inundação



Fonte: Silva (2019).

Fragilidade, segundo Gimenes e Augusto Filho (2013), designa a susceptibilidade intrínseca do meio, decorrente de suas características naturais, de apresentar alterações quando submetido a perturbações, especialmente de origem antrópica, podendo resultar na desestabilização de seu equilíbrio dinâmico. É uma noção utilizada para indicar o grau de sensibilidade física do ambiente.

A forma de expansão urbana favorece o desenvolvimento de diversas áreas de vulnerabilidade socioambiental, com a ocupação de áreas de maior susceptibilidade a eventos de inundação, como as planícies fluviais e outros pontos de risco gerando frequentes problemas com inundações (Pinho, 2016). É importante reconhecer que o acesso aos recursos hídricos e a hidrografia da região foram condicionantes fundamentais para o desenvolvimento inicial de Osasco e da Região Metropolitana de São Paulo, contudo, as modificações antrópicas realizadas de forma mais intensa após segunda guerra mundial foram fundamentais para a explosão populacional e a ocupação intensa do município de Osasco e também da bacia do córrego do braço morto, uma região que historicamente apresentava uma menor densidade populacional devido as dificuldades causadas pelas inundações constantes.

Pode-se observar, a partir das notícias selecionadas, desde 2011 a região da bacia do córrego Braço Morto sofre com constantes inundações, com eventos ocorrendo quase todos os anos, com exceção de 2013, 2016 e 2021. Os desastres hidrológicos se concentram no período de verão, ocorrendo principalmente entre os meses de Dezembro e Março. Nesta época é

comum um aumento drástico no volume de chuva que, devido a falta de infraestrutura adequada e planos de contenção, causam um aumento no nível de água dos cursos d'água e causam uma sobrecarga no sistema de drenagem, aumentando o volume de escoamento superficial.

Em 2011, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) da prefeitura de Osasco publicou uma lista dos principais pontos de alagamento da cidade (COMDEC, 2011). Dos 61 pontos mencionados, 26 estão localizados na bacia do córrego do Braço Morto. Em março deste mesmo ano, ocorreu uma forte tempestade em Osasco, afetando diretamente o bairro do Rochdale, compreendido nas margens do córrego do Braço Morto, causando uma inundação severa que invadiu as casas (Figura 3) e ilhou os moradores locais (G1/Globo.com, 2011).

Figura 3: Residências invadidas pela inundação no Rochdale, em 2011



Fonte: G1/Globo.com (2011)

A sequência de fortes desastres hidrológicos continuou em novembro de 2012, quando a região registrou um dos maiores alagamentos, após chover em 6 horas a precipitação esperada para o período da semana (Visão Oeste, 2013). A região voltou a sofrer com inundações em fevereiro de 2014 quando, após uma chuva intensa, ocorreu um extravasamento do ribeirão Vermelho, impactando os bairros de Pirituba e Jaraguá, na porção da bacia do córrego do Braço Morto localizada no município de São Paulo (Terra, 2014).

Em janeiro de 2015, novamente ocorreu uma inundação no bairro do Rochdale, por conta de uma forte precipitação, a água invadiu as casas e carros. Uma reportagem realizada

pela equipe da TV Globo (2015), entrevistou moradores locais, que deixaram explícito o fato destes desastres hidrológicos serem um problema constate, citando problemas de infraestrutura, perdas materiais e estresse causado pelos alagamentos. Em setembro deste mesmo ano, novamente a zona norte de Osasco foi castigada pela chuva que causou alagamentos, queda de árvores (Figura 4) e o transbordamento do córrego da Baronesa.

Figura 4: Equipe da Defesa Civil de Osasco retirando árvores derrubadas pela chuva



Fonte: Gilson Nascimento (Nogueira, 2015)

As chuvas de novembro de 2017 foram tão intensas que a prefeitura do município de Osasco decretou Estado de Calamidade Pública (Osasco, 2017). Os consideráveis danos humanos, materiais e ambientais foram considerados significativos o suficiente para ser necessário o auxílio de recursos federais. Os bairros afetados, Rochdale, Jardim Marieta e Jardim Santa Rita, se localizam na bacia do córrego do Braço Morto (Figura 5).

Figura 5: Inundação no bairro do Rochdale, após o transbordamento do córrego do Braço Morto



Fonte: TV Globo (2017)

A zona norte de Osasco foi impactada por alagamentos em março de 2018 (Figura 6), afetando os bairros Mutinga, Bonança, Helena Maria, Baronesa e Rochdale (Dorneles, 2018). Em abril do ano seguinte, novamente ocorreram fortes chuvas, com a região de Osasco recebendo 51mm de precipitação em 6 horas, causando alagamentos na região do Rochdale (Pegorim, 2019).

Figura 6: Alagamentos no Rochdale em março de 2018



Fonte: Osasco do Caos (Dorneles, 2018)

O ano de 2020 foi marcado por dois grandes desastres hidrológicos na região da bacia do córrego do Braço Morto. No dia 10 de fevereiro foi medido 160 mm de volume de precipitação, ou seja, um valor acima da média do mês de fevereiro para a região. Diversos cursos d'água transbordaram, incluindo o córrego do Braço Morto (Figura 7) e o rio Tietê, que a décadas não extravasava. Novamente a prefeitura de Osasco decretou Estado de Calamidade Pública. Por conta deste desastre 61 famílias foram desalojadas por conta das inundações, alagamentos e deslizamentos (Andrade, 2020). Em outubro do mesmo ano, novamente uma pancada de chuva causou alagamentos na região do Rochdale (Pereira, 2020).

Figura 7: Chuvas em fevereiro de 2020 causam alagamentos na av. Brasil no bairro do Rochdale e o extravasamento do córrego do Braço Morto



Fonte: TV Globo (2020)

Nos dias 20, 28 e 29 de janeiro de 2022, ocorreram novamente alagamentos e inundações, causadas pelo aumento da vazão dos cursos d'água, devido ao forte volume de precipitação causados por um evento associado a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS) (Correio Paulista, 2022). Em fevereiro do ano seguinte, ocorreram novos alagamentos, com o nível da água acumulando, encobrindo carros, derrubando árvores e invadindo casas (Figura 8).

Figura 8: Alagamento em Osasco no dia 19 de fevereiro de 2023



Fonte: Vasconcelos (G1, 2023)

Em novembro de 2024, chuvas causaram alagamentos na zona norte de Osasco. O córrego Rico transbordou, causando uma inundação na região do bairro Aliança, chegando a invadir uma creche (Figura 8) (Pereira, 2024). No ano atual já temos registros de inundações, no dia 4 de fevereiro de 2025 foi registrado um volume de precipitação de 125 mm, causando alagamentos em algumas vias da zona norte do município de Osasco (Correio Paulista, 2025).

Esses conceitos ajudam a elaborar uma questão de pesquisa: a susceptibilidade natural a inundações na região do braço morto do rio Tietê, em Osasco, é intensificada por usos e intervenções na bacia hidrográfica e na planície fluvial ampliando o risco e as vulnerabilidades frente ao perigo das inundações. Atualmente são reconhecidos os efeitos do desenvolvimento inicial da mancha urbana, condicionados pela presença do rio Tietê e seus afluentes, assim como processos históricos de inundação. Este fato é evidenciado por Albino (2014) que destaca que “a distribuição espacial das propriedades instaladas no centro do município, entretanto, ainda guarda a herança destes numerosos pontos de alagamento que orientaram sua ocupação inicial”.

## **2. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral da pesquisa é analisar como diferentes características ambientais e intervenções humanas intensificam a susceptibilidade e os impactos de inundações na bacia do córrego do Braço Morto.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Realizar revisão bibliográfica sobre cursos d'água urbanos e processos de inundação no município de Osasco
- discutir como as intervenções antrópicas impactam os processos de inundação no córrego do Braço Morto, inserido na cidade de Osasco, Região Metropolitana de São Paulo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, realizamos uma análise da bacia do córrego do Braço Morto com base na consulta de fontes bibliográficas e na coleta e organização de dados geoespaciais. Foi estabelecida a definição de conceitos relevantes para a compreensão do cenário local e dos impactos causados por desastres hidrológicos.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio do Repositório Institucional UNESP, do Repositório da Produção USP, do Repositório Institucional UNIFESP e do Google Acadêmico. Utilizaram-se descritores (palavras-chave) para a seleção de publicações relacionadas ao tema, como: Osasco; inundações; enchentes; alagamentos; vulnerabilidade; NDVI; NDBI; Braço Morto; canalização; risco.

A confecção dos mapas e tabelas realizou-se através do *software* ArcGIS Pro 3.3.2 da ESRI. Os rasters utilizados para a produção dos mapas de NDVI e NDBI foram gerados no *software* Google Earth Engine. Todos os mapas possuem uma escala de 1:100.000, utilizando o datum SIRGAS 2000 Fuso 23 Sul e uma resolução de 30m/pixel, com exceção do mapa de uso da terra de 2023, que possui uma resolução de 10m/pixel.

Os limites administrativos foram fornecidos pelo IBGE, com exceção do limite da bacia do córrego do Braço Morto, produzido com base nos dados de hidrografia e da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Neste estudo foram utilizados modelos digitais de elevação (MDEs), uma ferramenta importante para a obtenção das características físicas do relevo, para o desenvolvimento dos mapas hipsométrico e de declividade. O MDE utilizado foi disponibilizado pelo projeto Topodata. Utilizando a ferramenta “Slope”, foi criado o raster de declividade, classificado com base nas normas estabelecidas pela EMBRAPA (1979). Os dados de pedologia utilizados foram fornecidos pelo Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, produzido por Rossi (2017), e pelo Projeto MapBiomias (2025), que disponibiliza mapas estáticos de textura do solo.

A fonte de dados selecionada para a análise temporal do uso do solo também foi disponibilizada pelo Projeto MapBiomias (2025). Este projeto desenvolveu uma plataforma que agrega mapas de uso e cobertura do solo nos últimos 40 anos. Estas informações foram geradas através do processamento de imagens Landsat, sendo utilizado um algoritmo que normaliza e

treina um classificador. A precisão deste produto é de 89,13%, valor similar aos testes feitos por humanos (Souza Jr, 2020).

A pesquisa também utilizou o NDVI, proposto por Rouse (1973), que busca identificar áreas de vegetação a partir da análise da atividade de fotossíntese das plantas. Ao absorver a radiação solar, as plantas vivas absorvem radiação solar, numa parte do espectro denominada como radiação fotossinteticamente ativa (PAR), um intervalo similar à luz visível, e as folhas reemitem esta radiação, com uma maior intensidade sendo vista no intervalo de bandas do infravermelho próximo (NIR). Portanto, o NDVI é produzido a partir da normalização do intervalo espectral do vermelho (Red) e o infravermelho próximo (NIR), através da seguinte equação:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Já o NDBI, proposto por Zha (2003), busca facilitar a interpretação e identificação de áreas construídas, se apoiando nas respostas espectrais de superfícies impermeabilizadas quando comparada a outros tipos de solo. As áreas construídas têm um aumento brusco de refletância no intervalo das bandas do infravermelho próximo (NIR) e infravermelho médio (SWIR), enquanto a vegetação tem a resposta oposta, com uma redução de refletância nestas bandas. Através da normalização destas diferenças é possível construir a seguinte equação:

$$NDBI = \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)}$$

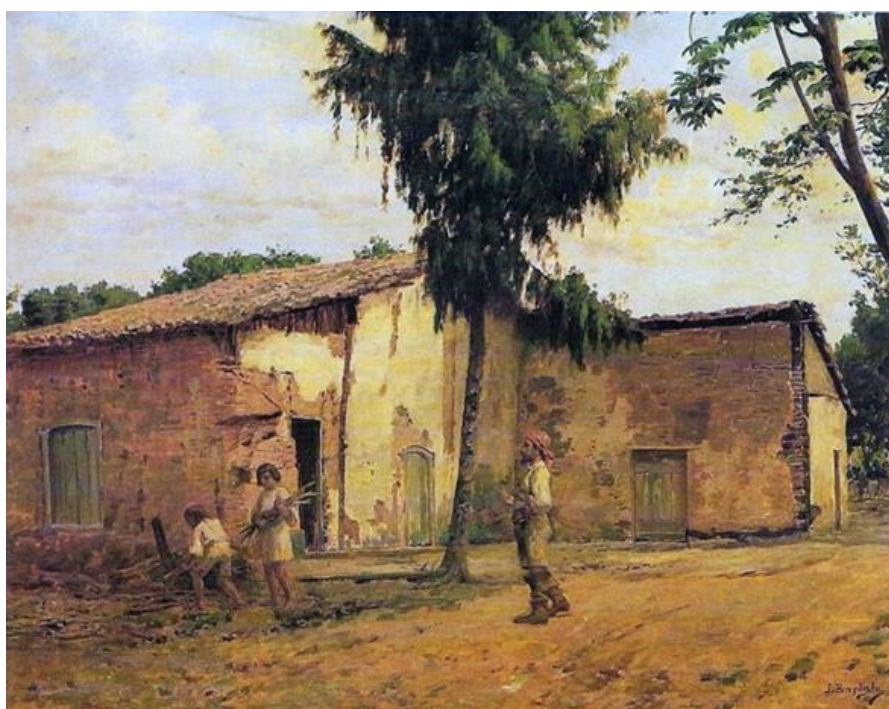
No Google Earth Engine, estas equações foram utilizadas para a produção de rasters, através da coleta de imagens Landsat com menos de 20% de cobertura de nuvem, que foram normalizadas e compiladas com base nas bandas necessárias para o índice específico. Estas imagens foram coletadas com base no período de seca, entre 1/7/1985 e 31/12/1985 e entre 1/7/2025 e 1/10/2025, reduzindo a influência da umidade na imagem final. Os limites das classes foram estabelecidos arbitrariamente, visando padronizar a comparação entre os dois períodos e facilitar a comparação multitemporal.

#### 4. A IMPORTÂNCIA DOS RIOS PARA O MUNICÍPIO DE OSASCO

O município de Osasco, localizado na Região Metropolitana de São Paulo, teve seu desenvolvimento histórico profundamente influenciado por seus cursos d'água. O Rio Tietê e seus afluentes, como os córregos Baronesa, Bonança, Bussocaba, Quitaúna, o Ribeirão Vermelho e, mais recentemente, o córrego do Braço Morto, foram condicionantes fundamentais para a evolução urbana e econômica de Osasco (Brito, 2009).

As primeiras ocupações no território que hoje corresponde ao município de Osasco foram feitas próximas às margens do Rio Tietê, então conhecido como Rio Anhembi. Existem registros de povoados indígenas da família linguística Tupi-Guarani e de povoados jesuítas, que percorreram a margens do Tietê buscando catequizar estes indígenas, ainda no século XVI (Brito, 2009). O principal povoado inicial foi formado aproximadamente em 1630, próximo ao córrego Quitaúna, em torno do sítio do bandeirante Antônio Raposo Tavares (Figura 9), que segundo Rubio (2017) “teria construído uma capela em homenagem a Nossa Senhora da Conceição em suas terras às margens do Rio Anhembi (Tietê)”.

Figura 9: Casa e Capela de Antônio Raposo Tavares



Fonte: João Batista da Costa (Sem data).

Foi instalado, no sítio, um porto fluvial, chamado Raposo em homenagem ao seu fundador, Antônio Raposo Tavares, de onde bandeirantes partiam em direção ao interior em busca de riquezas e de indígenas, que eram capturados, escravizados e vendidos. As tropas de

tropeiros também passavam pela região, utilizando do sítio de Quitaúna e as áreas próximas para descansar os animais e para o comércio de mercadorias (Brito, 2009).

A presença de Raposo Tavares e outros bandeirantes causou grandes conflitos, criando um ambiente hostil para o estabelecimento de povoados. Em 1633, ele recebeu autorização da Câmara Paulista para organizar e liderar ataques aos aldeamentos vizinhos ao sítio de Quitaúna, demonstrando sua influência na região (Albino, 2014).

Além disto, Rios (2025) também estabelece que “as características naturais do local, [Osasco] propenso a inundações, aliado à própria característica socioeconômica da província de São Paulo - voltada mais para a exploração do interior” tenham ajudado a criar um cenário negativo para o povoamento de Osasco. As feições pantanosas ao longo do rio Tietê e de seus afluentes eram um importante obstáculo à ocupação da região que hoje corresponde a Osasco. Após a confluência com o rio Pinheiros, o Tietê recebia um grande volume de água e, ao atravessar a área de baixa declividade localizada na região central do município, se espraiava, formando uma extensa área de várzea (Penteado, 1958). Enquanto as regiões vizinhas cresciam, com o estabelecimento de chácaras, pomares e sítios, a baixa qualidade das terras, associadas às fortes inundações sazonais do Tietê, tornava o desenvolvimento rural inviável (Albino, 2014).

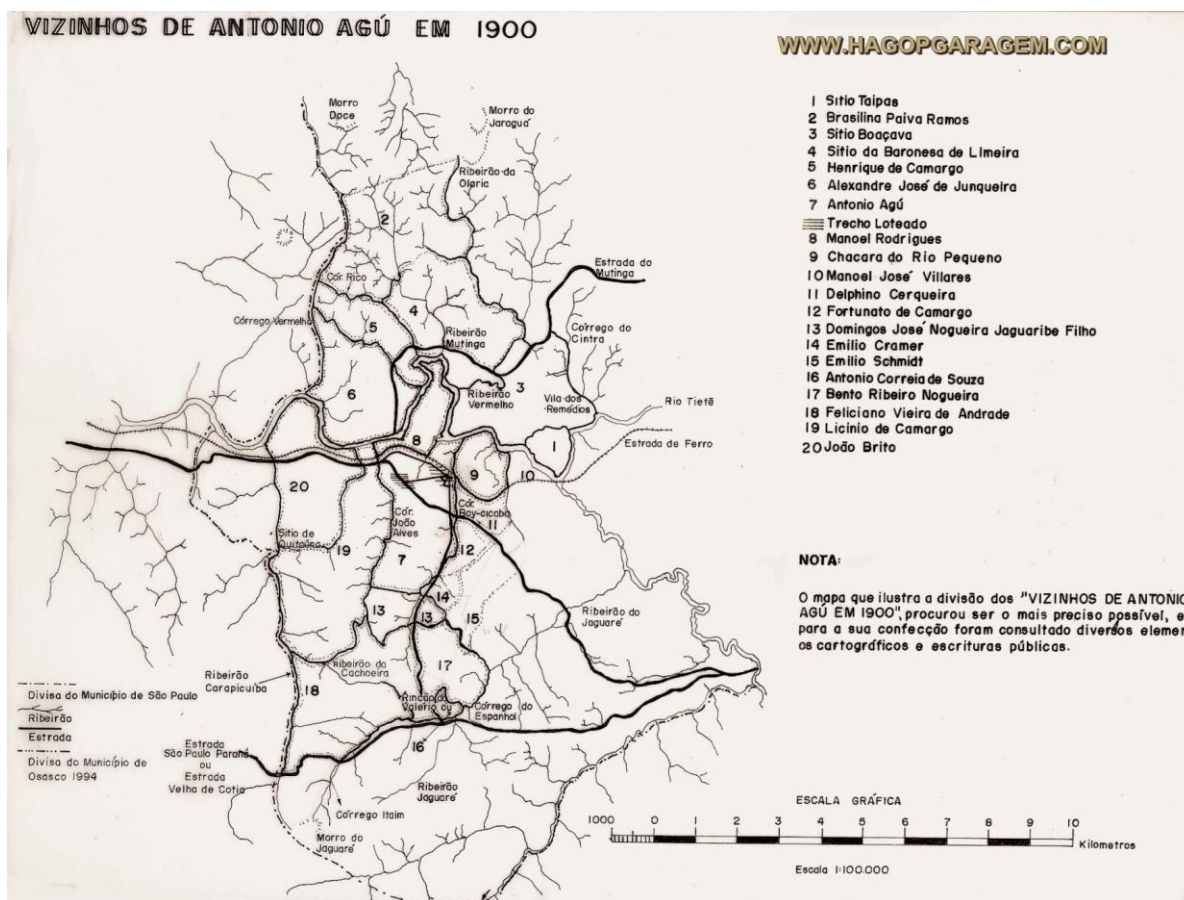
No século XVIII, o rio Tietê consolidou-se como uma das principais vias da então Capitania de São Vicente, com o estabelecimento da Estrada de Itu, uma rota mista, fluvial e terrestre, que conectava os principais povoados da região (Brito, 2009). Sobre o impacto da presença do rio Tietê em Osasco, Albino (2014) destaca: “A baixa declividade do relevo local favoreceu sua navegabilidade e condicionou o curso original meândrico de suas águas nesta região. Se por um lado, o sistema fluvial constituiu um importante canal viário, por outro lado, a travessia por terrenos brejeiros sempre representou uma difícil empreitada”.

O primeiro pico de expansão populacional e territorial do município de Osasco veio no final do século XIX, com o início do processo de urbanização. Até então, cidade ainda era constituída por núcleos de povoados isolados, sendo conectadas somente por rotas de carroças e pela presença constante do rio Tietê e seus meandros. Os eventos que motivaram esta expansão foram, segundo Celso Roberto de Brito (2009), o “retalhamento das grandes chácaras que formavam Osasco. Surgiram então pequenas propriedades e intensificou-se o povoamento. Este acontecimento, em conjunto com o processo de imigração, deu início a uma pequena urbanização”.

Em 1887, o imigrante italiano Antônio Agu, considerado o patrono de Osasco, adquire uma destas pequenas propriedades, uma divisão das terras do grande latifundiário João Pinto Ferreira localizada entre os córregos Bussocaba e Aguadinha. Em 1895, Agu construiu uma estação improvisada em um dos desvios da linha férrea da Companhia Sorocabana e ofereceu esta estação para a companhia, a batizando de Estação Osasco, em homenagem a sua cidade natal. Ele buscava incentivar investimentos para criação de um polo industrial em torno da estação, já que esta era uma das principais vias de conexão e transporte do estado de São Paulo, fundamental para o transporte de café do interior para o litoral, movimentando boa parte dos recursos econômicos do estado (Rubio, 2017).

A Figura 10 apresenta o sistema de drenagem natural do município de Osasco, antes da urbanização e obras nos cursos d'água, considerando os sítios e loteamentos em 1900. É possível ver que a maior parte da ocupação área da cidade ainda era de formada por propriedades rurais, com a presença de pequenos loteamentos urbanos próximos a varzêa do rio Tietê e da estrada de ferro.

Figura 10: Vizinhos de Antônio Agú em 1990



Fonte: Hagop Garagem (2025)

Em volta da estação foi formado um dos primeiros distritos industriais do Brasil, passando por um forte período de expansão durante e após a Primeira Guerra Mundial. A proximidade à cidade de São Paulo, o acesso fácil a recursos hídricos e a conexão à via férrea, aliados ao baixo valor das terras, devido a baixa qualidade do solo e a falta de infraestrutura, foram elementos extremamente atrativos para imigrantes e investimentos. Em 1918, Osasco foi elevado a categoria de distrito do município de São Paulo (Rios, 2025). Esta povoação inicial ocorreu em terrenos varzeanos, conseqüentemente, era extremamente comum a ocorrência de desastres e danos pelas inundações do rio Tietê (Penteado, 1958).

É importante dar destaque ao papel da família Matarazzo, um grupo de grandes latifundiários que fez grandes investimentos em fábricas e na infraestrutura local, instalando um sistema de captação na queda d'água do Corrégo Bussocaba (Rubio, 2017).

Além do antigo núcleo em torno da Estação Osasco, também é importante destacar outros 2 núcleos iniciais do município, Presidente Altino e Quitaúna. No terraço fluvial do Tietê, formado a jusante do rio Pinheiros, foi formado o núcleo de Presidente Altino. Foi aberto,

em 1915, o Frigorífico Wilson, uma companhia americana, que se tornou uma das principais fontes de emprego da região, especialmente após a inauguração da Estação Presidente Altino em 1918, atraindo diversos imigrantes e trabalhadores que se instalaram nos taludes do terraço fluvial do Tietê (Penteado, 1958). Em Quitaúna, local do antigo sítio de Antônio Raposo Tavares, o desenvolvimento foi em volta de outro tipo de impulso, diferente dos outros dois núcleos industriais, um grande centro militar foi instalado, em 1922. Esta área foi escolhida como sede de diversas unidades do Exército Brasileiro, com a construção de quartéis e estruturas auxiliares (Penteado, 1958).

A década de 30 e a primeira metade da década de 40 foram marcados por um período de crise financeira. A superprodução de café, a crise de 1929 e a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) causaram uma desaceleração dos investimentos e dificultaram a importação de máquinas, diminuindo o ritmo acelerado do crescimento local (Coelho, 1998). Porém, ainda é possível evidenciar que neste período houve um grande crescimento populacional, com os recenseamentos estaduais apontando que entre 1920 e 1934 a população local subiu de 4.118 habitantes para 12.091 habitantes, chegando a 15 mil em 1940 (Rubio, 2017).

A infraestrutura local era extremamente precária, com inspeções realizadas em 1922 e 1939 denunciando problemas relacionados a ausência de água encanada, coleta e tratamento de esgoto, energia elétrica e coleta de lixo. O descaso da Prefeitura de São Paulo quanto a qualidade de vida dos habitantes do distrito de Osasco permaneceria até o final do processo de emancipação, em 1962 (Rios, 2025). A expansão da cidade se concentrou na região central do atual município durante o fim do século XIX e o começo do século XX. A união destes distritos industriais e militar foi essencial para a expansão populacional e, conseqüentemente, territorial, com os trabalhadores se instalando nos intervalos entre os pontos de alagamentos das áreas varzeanas (Coelho, 1998).

A presença do rio Tietê permanecia sendo um grande obstáculo para a expansão para a região Norte, com a conexão sendo feita por balsas até a década de 1940 (Brito, 2009). A varzea do Tietê era um elemento essencial do espaço local, Zola (2018) evidencia a influência que o rio possuía na região:

A interrupção do tecido urbano, muitas vezes, coincidia com o corpo principal do Rio Tietê, indicando a presença constante da água no cotidiano ribeirinho, fosse através da atividade extrativista, do transporte ou do lazer. Mesmo permeada pelos indesejáveis efeitos das cheias, do esgoto, do lixo e das pestes, a relação de proximidade com a água do Tietê, fez parte, até a década de 1940, da vida paulistana. (Zola, 2018, p 17)

No começo do século XX, a necessidade de um melhor planejamento de saneamento se tornou um dos principais temas de debate na cidade em desenvolvimento. Teorias higienistas se popularizaram após a ocorrência de diversos surtos epidêmicos, como a peste bubônica em 1901, varíola entre 1908 e 1912, tifo em 1915 e gripe espanhola em 1918, doença que causou cerca de 5 mil mortes em um ano. Com isto, a necessidade de eliminar os agentes das endemias (no geral mosquitos que se proliferavam nas áreas pantanosas nas várzeas dos rios) se tornou evidente. Foi a partir deste pensamento, em conjunto com os prejuízos causados pelas inundações, que os primeiros planos de retificação e regularização do sistema de macrodrenagem do rio Tietê começaram a surgir (Seabra, 1987).

Foi então organizada, em 1924, a Comissão de Melhoramentos do Tietê chefiada pelo engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito. Esta comissão desenvolveu um relatório extenso, propondo em 1926 a regularização do curso rio Tietê entre a Penha e Osasco, encurtando em 20km o rio, o aterro das áreas de várzea e a construção de lagos e eclusas, para regular o nível de água e facilitar a navegação (Menezes, 2009). Porém, era também evidente outro fator que tornava esta proposta atrativa, evidenciado por Seabra (1987, p.120): “os estudos e projetos que se seguiram a título de combate às inundações já deixavam claro a questão da valorização das terras.”

Após uma mudança na prefeitura de São Paulo, em 1927 a comissão foi reorganizada, passando a ser coordenada pelo engenheiro João Florence de Ulhôa Cintra. Foram realizados novas coletas de informações e levantamento de dados referentes a volume de água e a extensão do canal de drenagem. Com estes novos parâmetros foram refeitos diversos cálculos e o projeto inicial teve que ser modificado, causando um grande atraso no progresso da comissão (Zola, 2018).

Os planos de modificação do rio Tietê acabaram caindo em esquecimento no começo da década de 1930, com os planos anteriores sendo abandonados. Isto ocorreu por conta dos efeitos no cenário político da região de São Paulo causados pela Crise de 1929 e a Revolução de 1930 e de 1932. Porém é importante dar um destaque para estes projetos iniciais, já que produziram um grande acervo de informações sobre o sistema de drenagem do rio Tietê (Seabra, 1987).

Nesta época também foi realizada pela *The São Paulo Tramway Light and Power Co. Ltd*, conhecida como Companhia Light, o projeto de retificação do Rio Pinheiros. Este projeto,

aprovado pela prefeitura de São Paulo, consistiu na canalização e alargamento do leito do rio Pinheiros e seus dois rios formadores, o rio Guarapiranga e o rio Jurubatuba, e a inversão de seus cursos. Esta inversão foi justificada para proporcionar o aumento do volume de água na represa Billings, então propriedade da Companhia Light, e assim aumentar a produção de energia elétrica (Seabra, 2015). O projeto foi retomado somente durante a administração do engenheiro Francisco Prestes Maia, um dos idealizadores do projeto de melhoria do Tietê e da cidade de São Paulo, nomeado prefeito, em 1938, através de uma intervenção federal, aprovada por Getúlio Vargas, durante o Estado Novo (Santos, 1958).

A Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, agora sob chefia de Lysandro Pereira da Silva apresentou, em 1938, o projeto final que projetava a regularização do rio, a urbanização das áreas de várzeas e a construção de avenidas nas áreas alagadiças (Clemente, 2017). As obras começaram a ser executadas em 1938 e foram finalizadas somente em 1968, gerando grandes mudanças na estrutura de São Paulo e de suas cidades satélites, especialmente em Osasco, foco de diversas intervenções (Zola, 2018).

As obras de retificação do Rio Tietê se iniciaram em Osasco, com a canalização de um trecho de 1.267 metros de extensão entre 1940 e 1941 (Tabela 2). Este é o trecho com o menor nível de água do canal, com uma cota de 710 metros, e se inicia próximo ao encontro com o rio Pinheiros, na corredeira do Penteado. Foi também construída uma estação elevatória, para facilitar a regulação do nível do rio Tietê (Seabra, 1987). Eventualmente as obras retornaram a Osasco, com a canalização do trecho entre Osasco e Presidente Altino, promovendo uma conexão maior entre os dois núcleos de povoamento (Santos, 1958).

Tabela 2: Trechos da canalização do rio Tietê, com suas respectivas datas e extensões.

| Trechos                  | Anos    | Extensões |
|--------------------------|---------|-----------|
| Canal de Osasco          | 1940-41 | 1.267 m   |
| Ponte Grande-Casa Verde  | 1940-42 | 1.880 m   |
| Casa Verde-Limão         | 1942-43 | 1.830 m   |
| Limão-Freguesia do Ó     | 1943-44 | 2.300 m   |
| Freguesia do Ó-Piqueri   | 1944-46 | 1.540 m   |
| Canal de Remédios        | 1946-48 | 1.140 m   |
| Canal de Jaguará         | 1948-49 | 1.000 m   |
| Osasco-Presidente Altino | 1947-49 | 1.140 m   |
| Vila Maria-Ponte Grande  | 1948-52 | 3.720 m   |

Fonte: adaptado de Santos (1958)

Este projeto massivo de intervenção modificou a estrutura completa da região, especialmente quando considerado em conjunto com a expansão populacional resultante da expansão industrial e o fluxo migratório entre 1940 e 1970. Neste período, a população de Osasco foi de 15.258 habitantes residentes em 1940 para 283.073 habitantes em 1970, apresentando crescimento populacional de 1755% em 30 anos (Rios, 2025). As áreas de várzea foram rapidamente ocupadas para suprir a necessidade gerada pelo fluxo populacional elevado. Sobre as terras recuperadas pelo projeto de canalização do rio Tietê, Seabra (1987) indica que: *“as novas formas de uso da terra que se abriam ao longo do Tietê nas imediações da cidade, a bem dizer dentro da cidade, resultantes de um trabalho gigantesco de engenharia que se realizava no rio e na várzea, tenham sido largamente apropriadas privadamente”*. Portanto já é possível observar nesta época a ocupação privada de áreas públicas, fato que viria a gerar diversos problemas urbanos.

Em 1960, Osasco ainda era um distrito da cidade de São Paulo, mesmo sendo um dos mais importantes polos industriais do Brasil. A indústria contribuía mais de 90% da renda bruta do distrito, sendo a maior fonte de emprego da região, o que acabou também promovendo a construção de um forte movimento sindicalista, que seria essencial para fomentar o processo de emancipação (Coelho, 1998). Este crescimento populacional também intensificou e explicitou o forte descaso da prefeitura de São Paulo com a região. Após diversos protestos e plebiscitos, Osasco foi elevado ao status de município em 1962, sendo responsável por um território muito populoso e controlado por uma prefeitura jovem e sem estrutura administrativa própria (Rios, 2025).

Em 1966 foi publicado o Plano Urbanístico de Osasco, que permaneceu vigente até 2004, e que buscava integrar as zonas sul e norte do município e realizar um diagnóstico da situação do território municipal, buscando demonstrar os impactos causados pela rápida

ocupação e adensamento populacional. Um dado que explicita os graves problemas estruturais deixados pelo descaso da prefeitura de São Paulo é que somente 15% dos mais de 115 mil habitantes tinham acesso a água encanada em suas residências. Somente uma pequena porção da população estava ligada a rede coletora de esgoto, com a maioria fazendo o descarte em fossas sépticas ou diretamente nos rios e córregos (Rios, 2025).

No período pós-emancipação, a prefeitura realizou diversos projetos de melhoria de infraestrutura nas regiões centrais do município, no final da década de 1970 o percentual de residências com acesso a água encanada já alcançava 95%, resultado de parcerias, empréstimos e financiamentos. A coleta de esgoto, entretanto, ainda permanecia extremamente precária, já que somente 26,7% dos domicílios estavam ligados a rede de coleta de esgoto (Rios, 2025).

A ocupação da zona norte da cidade de Osasco se intensificou somente no final da década de 1970, impulsionada por mudanças nas leis fundiárias do município, que gerou uma busca por terras baratas. A oferta de loteamentos nas regiões centrais promoveu a ocupação da região do córrego do Braço Morto e seu entorno. Estas áreas, até então esparsamente povoadas, possuíam uma carência de infraestrutura pública, com sérios problemas de saneamento, abastecimento de água e energia elétrica e com ocorrência frequente de enchentes. As inundações dos córregos locais se intensificaram com as obras de regularização do rio Tietê, já que as áreas de várzea foram ocupadas, as matas ciliares removidas e a rede de drenagem modificada, com a remoção de meandros, que auxiliavam no controle do nível de água (Silveira, 2024).

Sobre a expansão da cidade de Osasco na década de 1980, Cardoso (2022) evidencia o caráter irregular das ocupações e explicita o perfil das necessidades dos moradores destas regiões:

“nos anos de 1980, é possível observar nas periferias de Osasco uma continuidade de uma urbanização sem planejamento, bem como a evidência das necessidades das classes mais populares e a construção de casas próprias em terrenos baratos. Para as classes populares, autoconstrução é um padrão necessário, pois não possuem acesso a casas projetadas e construídas por terceiros.” (Cardoso, 2022, p 36)

As inundações se tornaram um grave problema recorrente, se tornando parte do cotidiano da zona norte osasquense. Elas se tornavam mais intensas no verão, impactando áreas de baixa elevação e próximas aos córregos da região. Mesmo após diversas obras de intervenções e programas de prevenção, as inundações ainda permaneciam fontes de grandes

prejuízos econômicos e de mortes, já que as fortes correntezas apresentavam sérios riscos de afogamentos (Goto, 2024).

## **5. A SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO E A PERMEABILIDADE NA BACIA DO CÓRREGO DO BRAÇO MORTO**

A seguir é apresentado um conjunto de informações com o intuito de mostrar de forma comparada e comparativa e complementar como diferentes características ambientais na região do Braço Morto, antigo meandro do Tietê em Osasco e área recorrentemente danificadas por complexos problemas de inundação, tem os eventos intensificados também por um processo de ocupação da terra que é insensível às dinâmicas ambientais e hidrológicas. Os resultados e discussões são apresentados sequencialmente em dois eixos: 1) Atributos físicos e susceptibilidade a inundações; 2) Mudança na cobertura da terra.

### **5.1. Atributos físicos**

Os atributos físicos ajudam a compreender como as características ambientais intrínsecas à região do braço morto conferem atributos ambientais específicos que permitem perceber a tendência e susceptibilidade a eventos de inundação. Para isso são discutidas duas informações centrais: declividade e altimetria; pedologia.

#### **5.1.1. DECLIVIDADE E ALTIMETRIA**

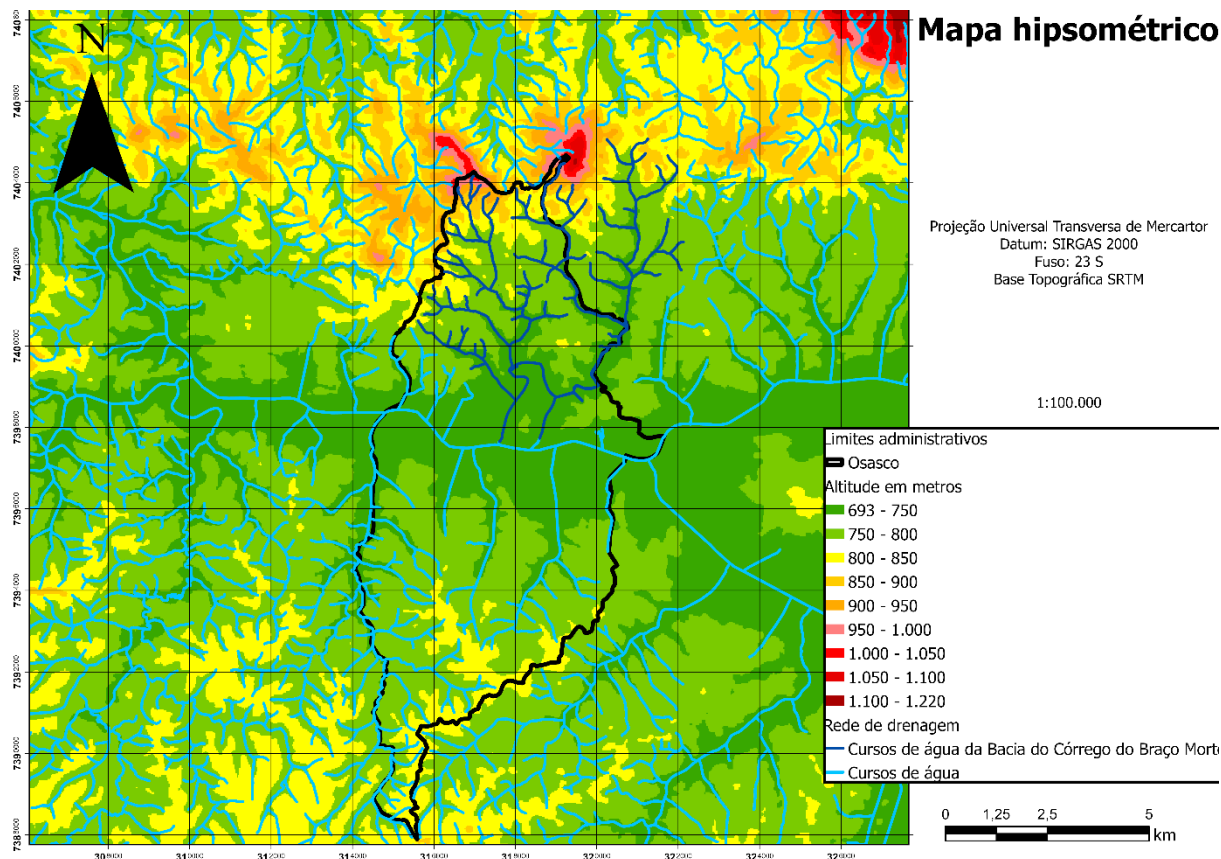
A análise dos elementos físicos do relevo é essencial para compreender como o escoamento da água acontece e para evidenciar, ao menos parcialmente, o comportamento natural da rede de drenagem. Para tal, neste estudo são utilizados modelos digitais de elevação (MDEs), uma ferramenta importante para a obtenção das características físicas do relevo (Silva, 2014), neste caso, a altimetria e a declividade.

No caso da Bacia do Córrego do Braço Morto, a análise dos dados hipsométricos e de declividade se apresenta como um aspecto relevante, uma vez que, devido aos processos naturais decorrentes da precipitação excessiva, do extravasamento dos rios e das insuficiências do sistema de escoamento, há tendência de acúmulo de grande quantidade de água nas áreas mais baixas e planas, propiciando a formação de planícies de inundação e pontos de alagamento (Campos, 2012).

O mapeamento hipsométrico do município de Osasco (Figura 11) evidencia a baixa variação altimétrica na região: cerca de 91,6 % do município apresenta altitude inferior a 850 metros. As porções mais baixas do terreno localizam-se próximas às áreas de várzea do rio

Tietê, na parte central do município, do córrego do Braço Morto, ao norte, e do ribeirão Vermelho, que faz fronteira a leste com Osasco.

Figura 11: Mapa hipsométrico do município de Osasco e regiões vizinhas



Fonte: SRTM (INPE, 2011; Valeriano & Rossetti, 2012) Elaboração do autor.

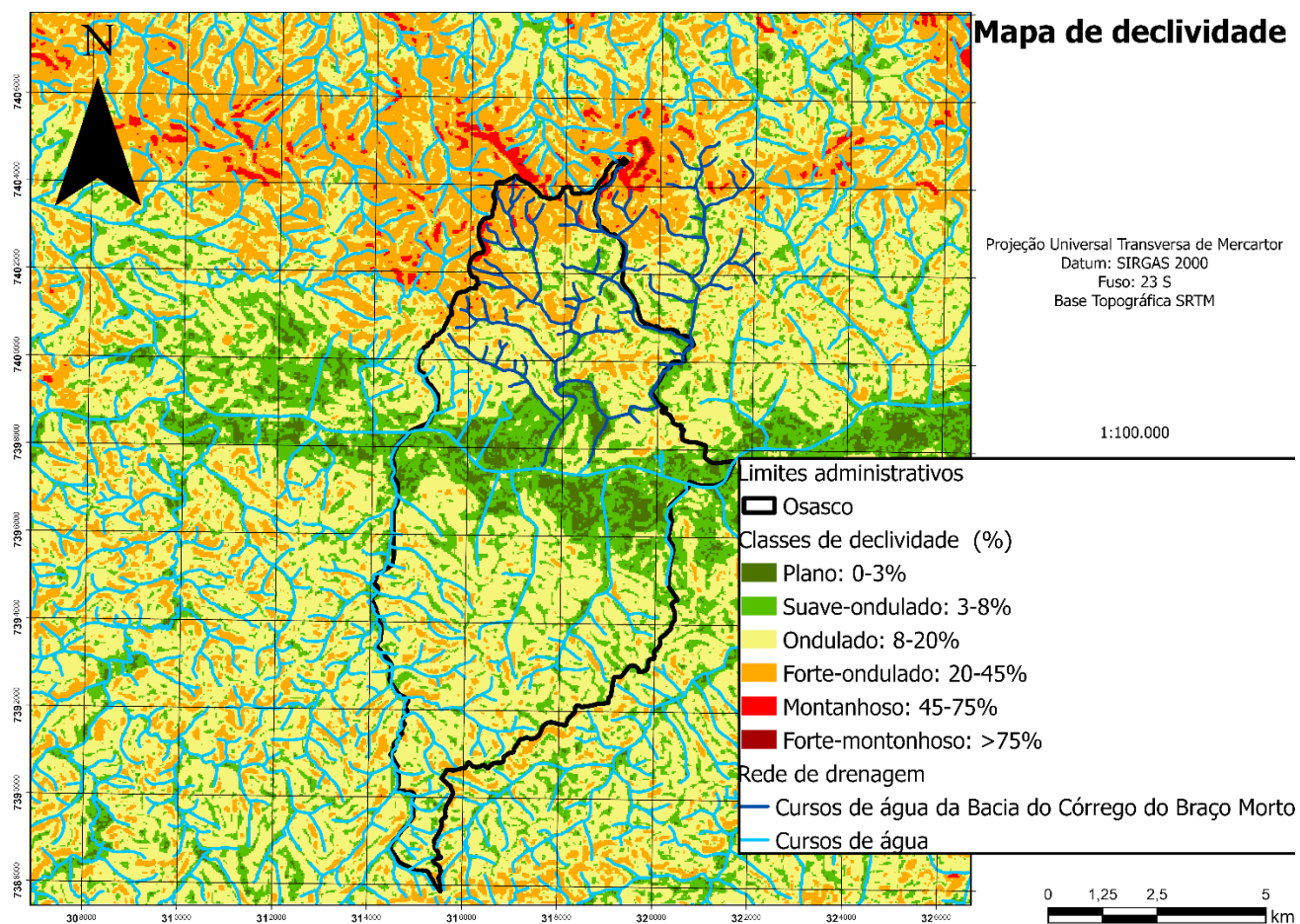
Na bacia do córrego do Braço Morto observam-se altitudes mais elevadas, especialmente nas proximidades da Serra da Cantareira, ao extremo norte da bacia. Contudo, apenas cerca de 1,55 km<sup>2</sup> de sua área se encontra acima de 900 metros, correspondendo a 5,5% da área total. É importante destacar que, na porção da bacia pertencente ao município de São Paulo, encontra-se o ponto mais alto da capital paulista, o Pico do Jaraguá, com 1.113,74 metros de altitude (Scabin, 2024).

O restante da bacia apresenta altitudes menores, especialmente nas porções sul e leste, com cerca de 24,5% da área abaixo de 750 metros. Essas áreas são contornadas por faixas com altitudes inferiores a 810 metros, que totalizam 54% da área da bacia. Portanto, conclui-se que predominam na bacia do córrego do Braço Morto terrenos baixos e pouca variação altimétrica, com exceção das áreas próximas à Serra da Cantareira, já nos pontos mais elevando à montante.

A declividade é outro fator topográfico relevante para a compreensão dos processos de inundação. O escoamento da água proveniente de rios, córregos, ribeirões e da precipitação tende a ocorrer em direção às áreas mais planas, seguindo a ação da força gravitacional (Sechu, 2021). Nos pontos de maior declividade, a força do escoamento tende a ser mais intensa, fazendo com que a água adquira maior velocidade e provoque enxurradas. Já nas áreas mais planas, a água perde velocidade e, conseqüentemente, tende a se acumular em determinados pontos, ocasionando inundações e alagamentos (Vargem, 2024).

A análise dos dados de declividade no município de Osasco (Figura 12) indica diversos locais com forte baixa declividade e que apresentam propensão para a acumulação de água, uma vez que cerca de 33,23% da área total apresenta declividade inferior a 8%. Esses setores concentram-se principalmente na região central da cidade, onde se registram os menores valores de declividade, e nas proximidades dos rios e córregos.

Figura 12: Mapa de declividade do município de Osasco e da bacia do córrego do Braço Morto



Fonte: SRTM (INPE, 2011; Valeriano & Rossetti, 2012). Elaboração do autor.

No caso da bacia do córrego do Braço Morto, observa-se uma variação mais acentuada nos valores de declividade, sendo que 19% da área apresenta valores inferiores a 8% de declividade. É importante destacar que essas áreas de menor declividade situam-se ao redor dos córregos do Braço Morto, ao sul; Baronesa, ao sudoeste; e ribeirão da Olaria, ao noroeste, ainda dentro do município de Osasco; além do ribeirão Vermelho, ao leste, já nos limites da cidade de São Paulo.

Isso evidencia que os pontos onde a água tende naturalmente a se acumular correspondem ao entorno desses corpos d'água, especialmente em suas planícies de inundação. A ocupação das áreas contíguas ao Braço Morto nas últimas décadas, em áreas de baixa declividade, pode intensificar a susceptibilidade natural já elevada da região a eventos de inundação. A urbanização e a consequente impermeabilização do solo tendem a agravar ainda mais o problema, aumentando a frequência e a intensidade das inundações.

### 5.1.2. PEDOLOGIA

A análise do solo é central para a compreensão da dinâmica da rede de drenagem; a pedologia é uma ferramenta importante para a distinção de diferentes processos ambientais, como as dinâmicas de relevo, processos erosivos e de deposição de sedimentos. Os solos mostram processos e integrados à uma análise da paisagem podem ser muito representativos para o entendimento de diferentes processos ambientais, como a identificação de áreas aluviais e de influência fluvial.

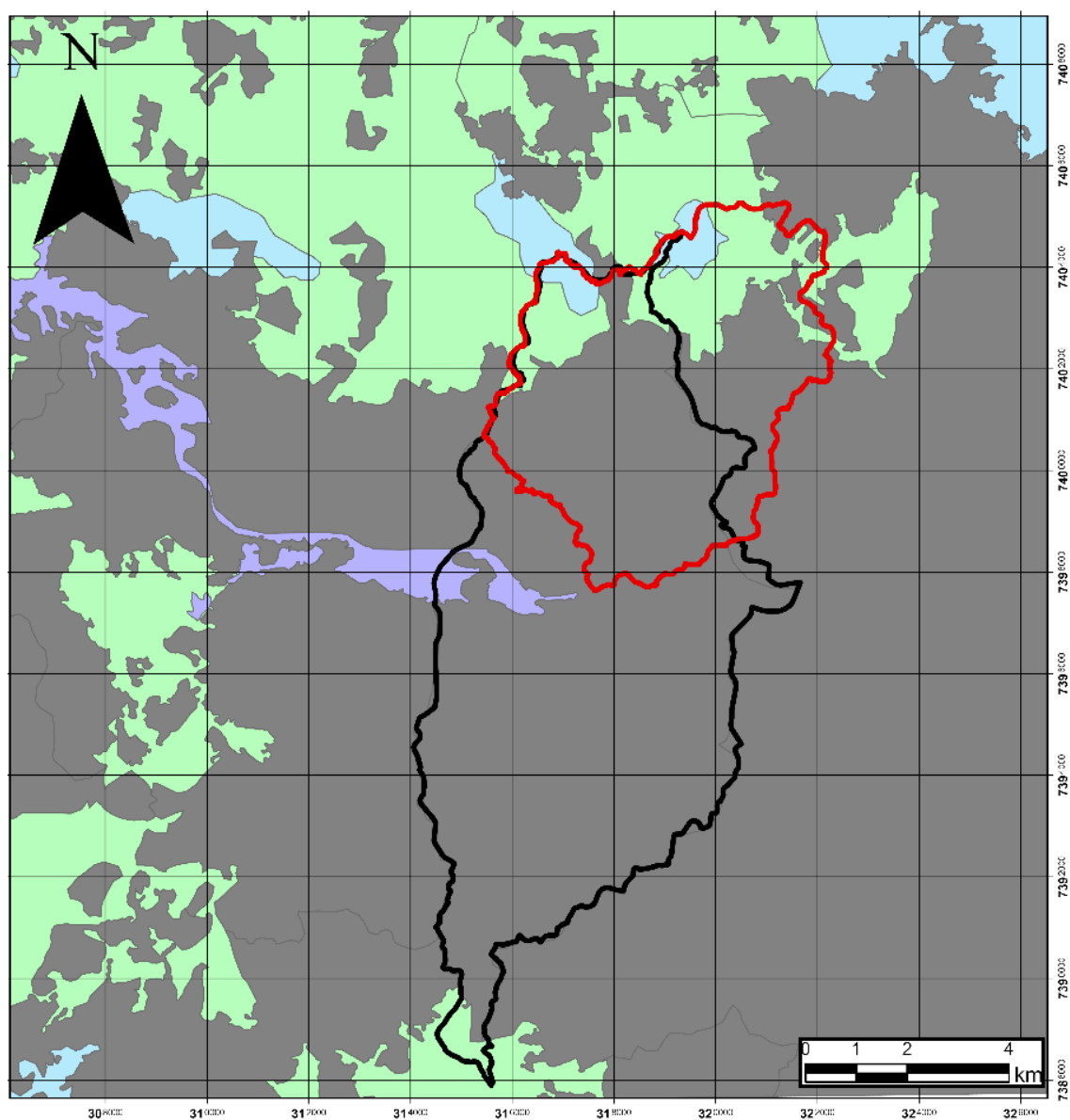
O solo é definido pelo IBGE (2015), como sendo:

a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil de definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo. (IBGE, 2015, p.39)

Os dados pedológicos do município de Osasco (Figura 13) são escassos, sobretudo em razão da impermeabilização do solo, que dificulta a análise completa do perfil pedológico e não é indicada na base de dados consultada. Contudo, é possível identificar a presença de Gleissolos na região central, estendendo ao longo da planície fluvial do rio Tietê, e, ao norte, na Serra da Cantareira, a ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Háplicos.

Figura 13: Mapa pedológico de Osasco

## Mapa pedológico



Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum: SIRGAS 2000

Fuso: 23 S

1:100.000

|                                                                                                                                |                              |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Limites administrativos                                                                                                        | Argissolos Vermelho-Amarelos | Neossolos Litólicos     |
| <span style="border: 2px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Bacia do córrego do Braço morto | Cambissolos Háplicos         | Organossolos Háplicos   |
| <span style="border: 2px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Osasco                        | Gleissolos Háplicos          | Plintossolos Pétricos   |
| Pedologia                                                                                                                      | Gleissolos Melânicos         | Rios, represas e lagoas |
| <span style="background-color: #f08080; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Afloramento Rochoso         | Latossolos Amarelos          | Área Urbana             |
| <span style="background-color: #f08080; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Argissolos Amarelos         | Latossolos Vermelho-Amarelos |                         |

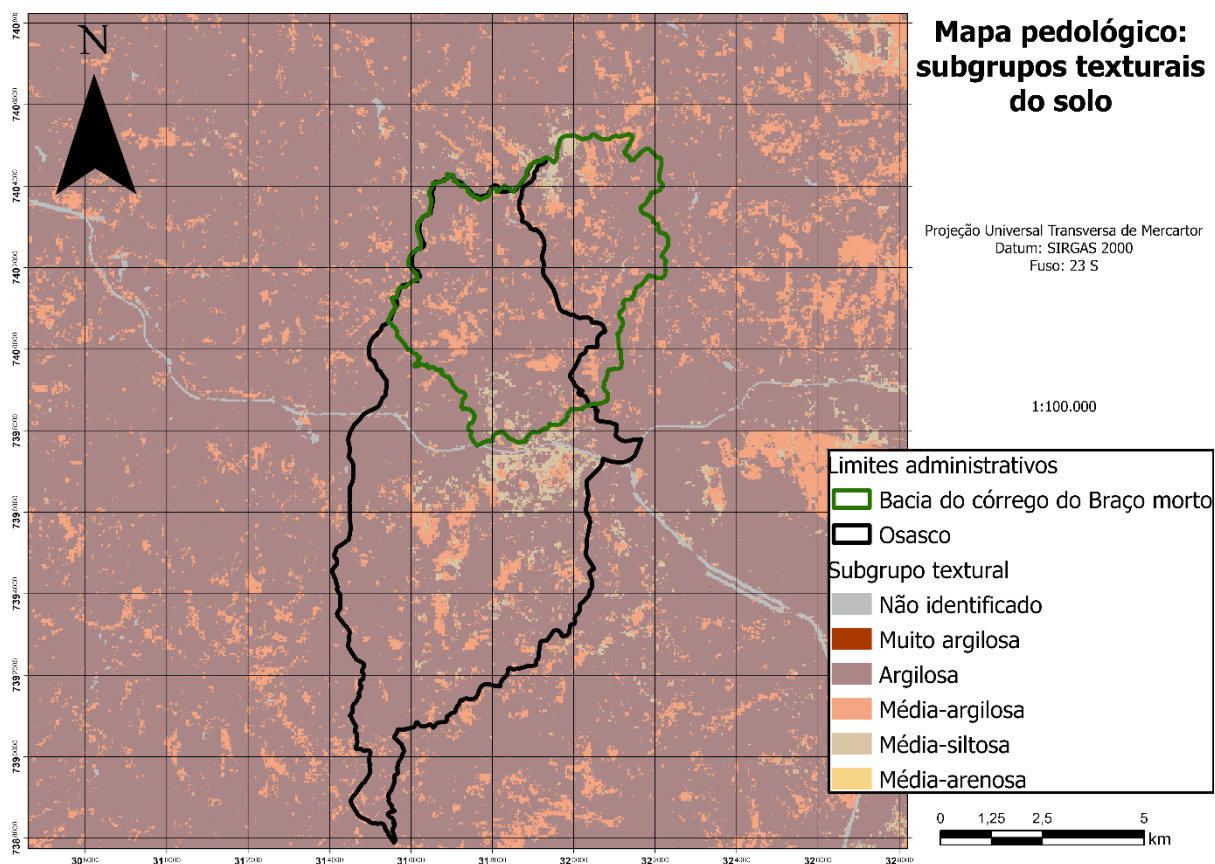
Fonte: Rossi, 2017. Elaboração do autor.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são constituídos por material mineral e apresentam horizonte B textural abaixo do horizonte superficial, com presença de argila de atividade baixa ou conjugada a características alumínicas, além de coloração variando do avermelhado ao amarelado. Os Cambissolos Háplicos são solos minerais que apresentam um horizonte superficial de pequena espessura, seguido por um horizonte B incipiente (EMBRAPA, 2025).

No caso da bacia do córrego do Braço Morto, os Argissolos Vermelho-Amarelos e os Cambissolos Háplicos localizam-se ao norte. Isso pode estar relacionado à presença da Serra da Cantareira, especialmente no caso dos Cambissolos, que costumam ocorrer próximos à rocha matriz. Para compreender o comportamento da rede de drenagem da bacia do córrego do Braço Morto, destaca-se a presença de Gleissolos na região central do município de Osasco. É possível inferir que, antes de os processos de urbanização e impermeabilização modificarem os solos da bacia, a presença de Gleissolos deveria ser continua ao eixo fluvial e planícies do Rio Tietê, uma vez que tendem a ocorrer nas planícies de inundação de rios e córregos (IBGE, 2015). São solos hidromórficos, com ocorrência mais expressiva em planícies aluviais e em altitudes mais baixas (Guimarães, 2013).

Os Gleissolos são definidos como uma classe de solos minerais e hidromórficos que apresentam horizonte glei, ou seja, um horizonte mineral próximo à superfície no qual prevalece ambiente de redução, causado pela presença de água estagnada. Na ausência de drenagem artificial, esses solos permanecem periodicamente ou permanentemente saturados por água, formando-se em planícies de inundação e terraços fluviais (EMBRAPA, 2025). A presença de solos de caráter flúvico é corroborada pela ocorrência de sedimentos de natureza aluvionar, provenientes de materiais deixados pela água, com forte presença de argila. Na bacia do córrego do Braço Morto, observa-se predominância de grupos texturais (Figura 14) compatíveis com esse perfil de deposição.

Figura 14: Mapa pedológico de Osasco: subgrupos texturais



Fonte: Projeto MapBiomias (2025), elaboração do autor.

Na bacia do córrego do Braço Morto, há predominância de solos argilosos, compondo 84,1% da área total. Outros 5 km<sup>2</sup>, ou 14,5% da bacia, são compostos por solos de textura média-argilosa. Por fim, na região sul e na porção norte, observam-se pontos de textura média-siltosa, portanto com partículas um pouco mais espessas que a argila e sem a plasticidade característica dos solos argilosos. Considera-se que a alta presença de solos argilosos e a ocorrência de Gleissolos indicam a presença de solos flúvicos na bacia do córrego do Braço Morto.

## 5.2. Evolução das áreas urbanas

### 5.2.1. MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA

A expansão das áreas urbana nas últimas décadas tem causado alterações de alto impacto no sistema de drenagem natural. Entender as mudanças da cobertura da terra é essencial para a compreensão dos impactos, já que a análise de séries temporais do cobertura da terra “indica

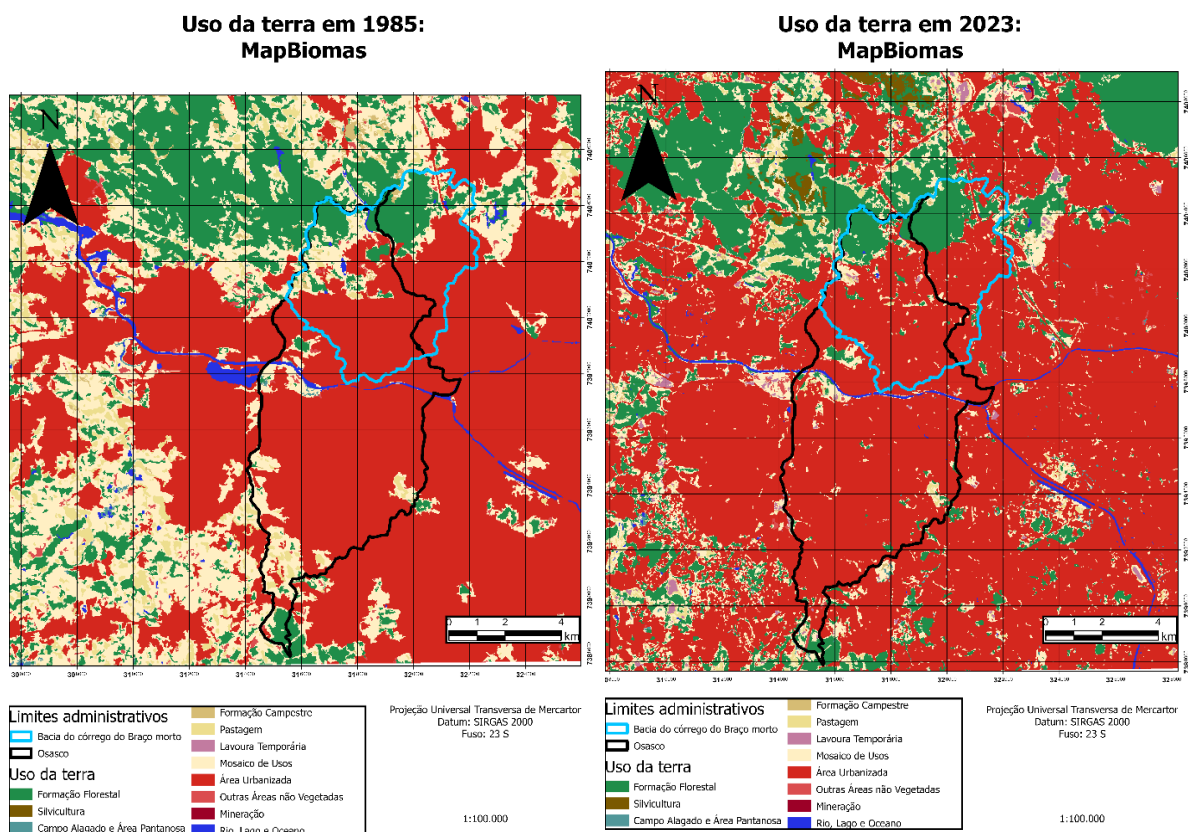
*mudanças na dinâmica da paisagem geográfica, e a identificação de padrões de ocupação em caráter multitemporal permitem compreender os impactos gerados devido à ocupação humana e atividades socioeconômicas” (Moraes, 2012, p.188).*

A impermeabilização do solo, o desmatamento e a canalização dos cursos d’água são processos ligados à expansão urbana. Estas intervenções causam impactos severos à rede de drenagem, especialmente a:

“ocupação dos fundos de vale e à má qualidade ambiental dos espaços urbanos, agonizados pela eliminação de áreas verdes, impermeabilização do solo, favelização de terrenos de baixada descartados pela especulação imobiliária, ocupação de áreas de proteção permanente (APPs) ao longo de cursos d’água, etc.” (Zanon, 2013, p.11)

A urbanização é um aspecto indissociável do processo territorial do município de Osasco, que passou por uma explosão populacional entre 1940 e 1984. Já em 1995, a cidade apresentava somente 174 hectares de áreas não urbanizadas, equivalente a 2,6% do território do Município (Coelho, 1998). É possível observar a clara expansão da área urbana entre 1985 e 2023 (Figura 15), especialmente na zona sul e norte da cidade, últimos pontos a serem completamente ocupados. Ainda estão presentes áreas verdes em alguns pontos que são importantes destacar: ao sul o Parque Jequitibá, a oeste o parque Ecológico do Jardim Bonança e ao norte o Parque Estadual do Jaraguá.

Figura 15: Uso da terra do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em 1985 e 2023.



Fonte: MapBiomas, 2025. Elaboração do autor.

Na bacia do córrego do Braço Morto há um processo de consolidação da área urbana, que passou a ocupar 71% da área total da bacia em 2023, um aumento de 14,5% quando comparado com 1985 (Tabela 3). Esta transformação ocorreu devido principalmente a uma queda da ocupação da classe mosaico de usos, definida como “áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura” (MapBiomas, 2025), que caiu de 15,3% da área total para 6,6% em 2025.

Tabela 3: Uso de terra na bacia do córrego do Braço Morto entre 1985 e 2023

| Uso da terra                   | 1985 (%) | 2023 (%) |
|--------------------------------|----------|----------|
| Formação Florestal             | 21,38    | 22,83    |
| Campo Alagado e Área Pantanosa | 0,04     | 0,05     |
| Formação Campestre             | 1,23     | 0,08     |
| Pastagem                       | 1,19     | 0,79     |
| Lavoura Temporária             | 0        | 0,42     |
| Mosaico de Usos                | 15,34    | 6,65     |
| Área Urbanizada                | 62,07    | 71,2     |
| Outras Áreas não Vegetadas     | 0,52     | 0,21     |
| Rio, Lago e Oceano             | 0,58     | 0,11     |

Fonte: MapBiomias (2025)

Nestes dois períodos somente 3 classes ocuparam mais de 2% da cobertura da terra: a área urbana, o mosaico de usos e a formação florestal. Em 1985, as formações florestais ocupavam 21,3% da bacia, subindo para 22,8% em 2025. Este fato está ligado provavelmente a consolidação do Parque Estadual do Jaraguá, já que é possível observar uma expansão na área vegetal ao norte da bacia, com a consolidação da mancha verde e a redução de áreas de mosaico de usos.

#### 5.2.2. USO DO NDVI PARA A ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL

O acelerado processo de urbanização, evidenciado nos tópicos anteriores, está intrinsicamente ligado à perda de cobertura vegetal. Esta redução da vegetação e a impermeabilização do solo gera modificações severas ao ciclo hidrológico das cidades, causando mudanças nas dinâmicas de drenagem. Estes impactos promovem um aumento da ocorrência de inundações, já que causam uma modificação do escoamento natural, um aumento da velocidade de escoamento e da vazão da água, uma redução da capacidade de infiltração e a deterioração da qualidade da água (Silva, 2016).

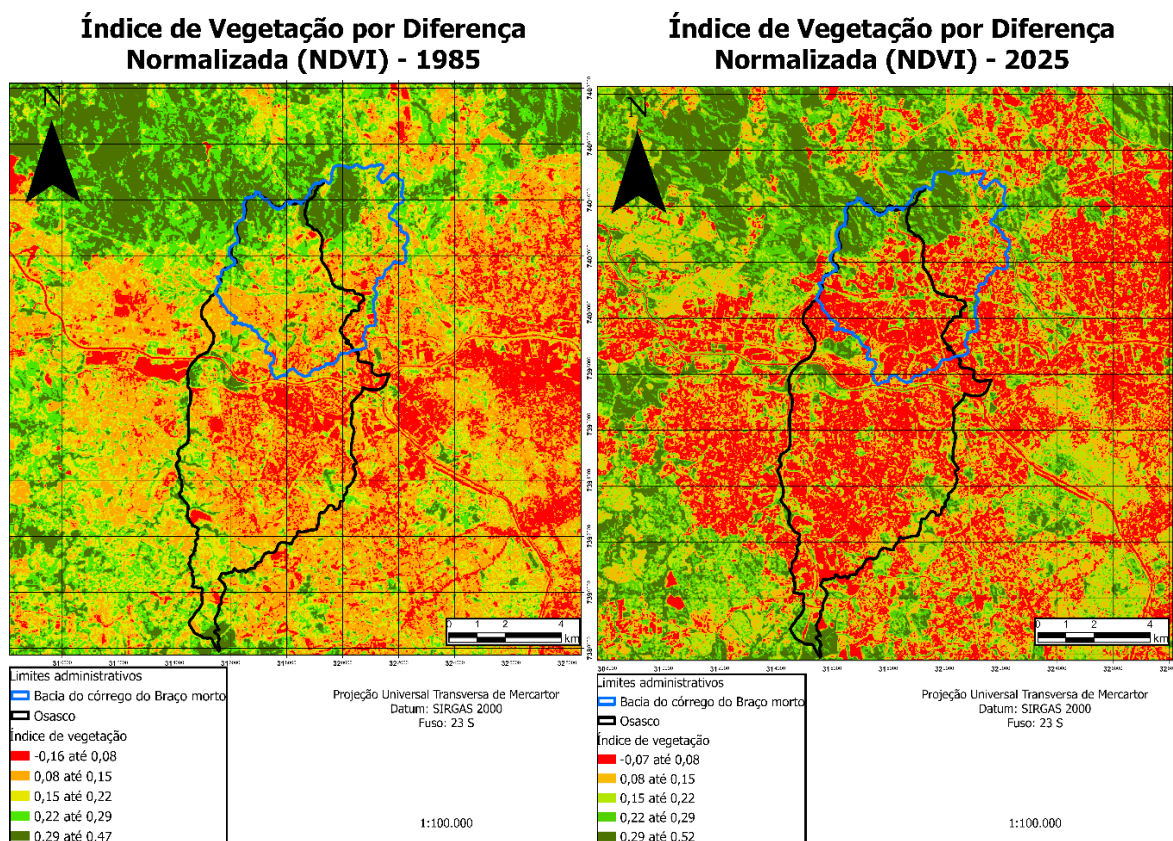
Por conta destes fatores, a análise multitemporal da cobertura vegetal é essencial para o entendimento dos impactos ambientais causados pelo desmatamento, principalmente para evidenciar as áreas impactadas pela perda de cobertura vegetal. Uma ferramenta utilizada para facilitar e tornar mais precisa este mapeamento é o uso de índices espectrais. Estes índices são produzidos através do processamento de imagens por sensores remotos, se baseando nas respostas a reflectância de certos intervalos da radiação solar que diferentes tipos de superfícies possuem (Zha, 2003).

Entre os diversos índices radiométricos criados para a identificação e mapeamento da superfície o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) aparece como uma das ferramentas mais utilizadas, devido a sua efetividade e simplicidade, permitindo o monitoramento da vegetação através da comparação temporal de diferentes imagens de satélite (Siqueira, 2016).

O NDVI produz uma imagem onde as plantas aparecem mais aparentes quanto maior for a densidade de folhagem verde, já que as folhas saudáveis refletem intensamente o infravermelho próximo e absorvem a radiação na banda do vermelho para a fotossíntese, deixando a vegetação mais evidente na imagem. Isto gera uma capacidade de análise que permite mais precisamente a variação da cobertura vegetal, medindo não somente o desmatamento quanto também a redução da densidade da vegetação (Passos, 2021).

No caso do município de Osasco, a comparação do NDVI entre 1985 e 2025 (Figura 16) evidencia a mudança dramática da estrutura da cidade. É possível ver um forte aumento da região desmatada, classe abaixo de 0,08, em quase todo o município. Há um destaque para a perda da vegetação nas zonas sul, norte e leste, demonstrando uma expansão da cidade em vetores mais distantes do município de São Paulo, evidenciando a expansão da malha urbana da cidade.

Figura 16: Mapa de NDVI do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em 1985 e 2025



Fonte: dos autores

Esta mudança na estrutura urbana evidencia a perda da cobertura, causando mudanças na estrutura do sistema de drenagem e escoamento, promovendo um aumento da ocorrência de picos hidrológicos, já que:

áreas florestadas de clima quente e úmido devolvem à atmosfera cerca de 70% da precipitação. Este processo de retenções e liberações de água sob forma de vapor assegura os altos teores de umidade encontrados nas florestas que, assim, cumprem importante papel regulador da temperatura, do ar e das chuvas. Cerca de 30% é retardado pela cobertura vegetal e escoam pela superfície das vertentes de maneira lenta e gradual, ou se infiltram no solo, até chegar aos cursos d'água. A vegetação serve também como proteção ao impacto direto da chuva no solo, controlando os processos erosivos (Oliveira, 2012, p. 198).

Na bacia do córrego do Braço Morto esta comparação entre 1985 e 2025 evidencia a expansão e alteração do ambiente natural da região, em duas principais dimensões: a expansão e consolidação das áreas urbanas substitui a cobertura natural e as áreas florestadas, principalmente nas partes mais baixas do relevo, que apresentam resultados intermediários de NDVI, possivelmente se tratando de áreas de vegetação herbácea, mas ainda permeáveis;

Neste período houve um aumento de 266,5% da classe abaixo de 0,08 (Tabela 4), ou seja, as áreas completamente desmatadas mais do que dobraram.

Tabela 4: porcentagem das classes de NDVI na bacia do córrego do Braço Morto

| <b>Índice de vegetação</b> | <b>1985 (%)</b> | <b>2025 (%)</b> |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Até 0,08                   | 8,1             | 38,9            |
| 0,08 até 0,15              | 33              | 23,3            |
| 0,15 até 0,22              | 23              | 13              |
| 0,22 até 0,29              | 22,6            | 13,9            |
| 0,29 até 0,51              | 18,7            | 16,3            |

Fonte: do autor

É interessante destacar que as áreas densamente vegetadas quase não sofreram mudanças neste período, indo de 18,7% da área total em 1985 para 16,3% em 2025. Estas áreas estão concentradas no extremo norte da bacia, área que compõe parte da Serra da Cantareira, como estabelecido anteriormente.

As maiores reduções ocorreram nas classes intermediárias, entre 0,08 e 0,29. Houve uma redução de cerca de 10 km<sup>2</sup> da área ocupada por estas classes, indo de 27,3 km<sup>2</sup> para 17,4 km<sup>2</sup>. Este dado demonstra que as principais modificações na estrutura da bacia do córrego do Braço Morto ocorrerem por conta da consolidação da mancha urbana, com a retirada de árvores nas áreas já urbanizadas.

Esta perda da cobertura vegetal, especialmente a perda da vegetação próxima ao córrego do Braço Morto na porção sul da bacia, acaba intensificando os problemas de drenagem e escoamento da água. A vegetação originalmente agia como barreira desacelerando a vazão e aumentando a capacidade de absorção dos solos, fato piorado ainda mais intensamente pela perda das árvores nestas áreas densamente urbanizadas, promovendo a ocorrência de desastres hidrológicos.

### 5.2.3. USO DO NDBI PARA A ANÁLISE MULTITEMPORAL DE SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS

O processo de urbanização promove modificações extremas ao ambiente natural, buscando adequá-lo para o cenário antropizado contemporâneo. Esta antropização do ambiente está diretamente ligada à impermeabilização crescente das superfícies. A expansão da cidade promove a construção de ruas, rodovias, calçadas e outras estruturas urbanas, aumentando as superfícies impermeáveis, impedindo a infiltração da água. Este processo causa modificações

ao ciclo hidrológico natural, modificando o sistema de escoamento superficial, causando impactos negativos ao ambiente (Sakuno, 2017).

A análise temporal da expansão de áreas impermeabilização é interessante para a identificação da transformação causada ao meio ambiente pela expansão urbana e de possíveis problemas na rede de drenagem. Soares (2018, p.5) demonstra que:

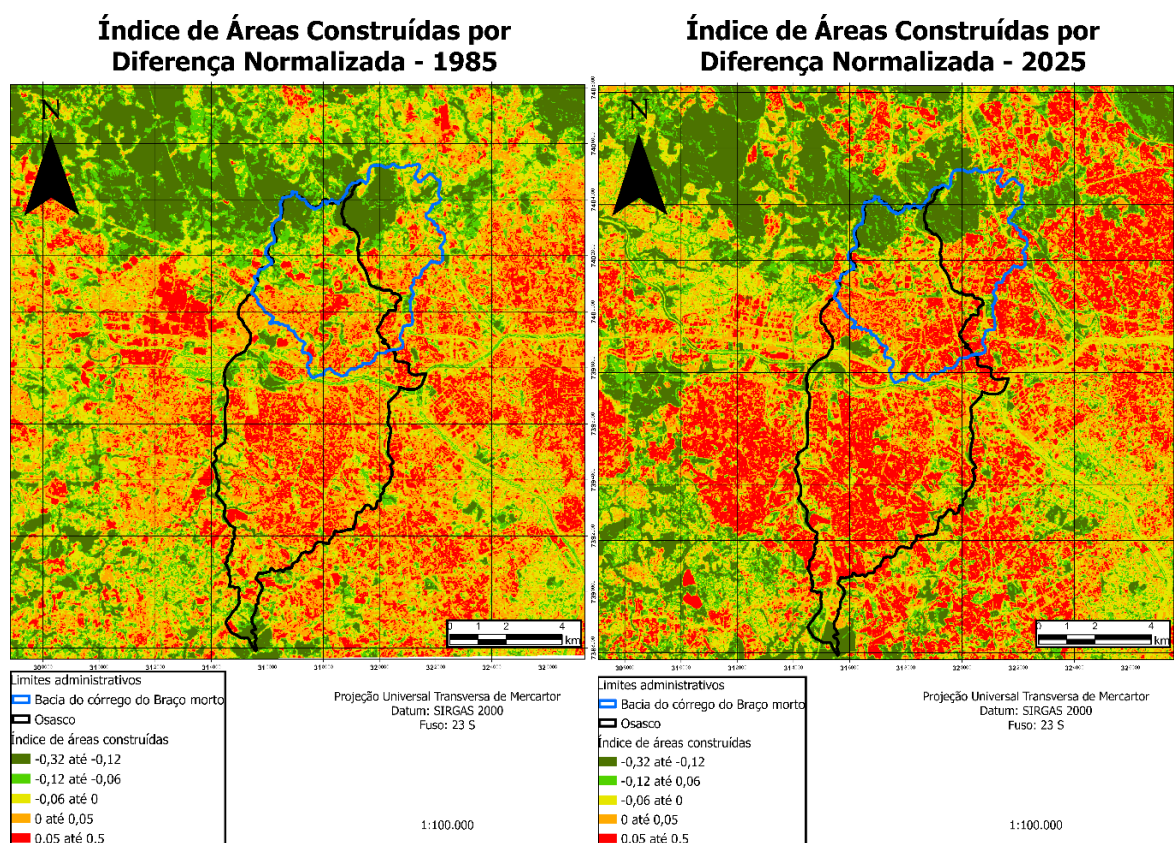
O acelerado crescimento urbano sem planejamento adequado foi responsável por intensificar os processos de impermeabilização do solo, reduzindo a infiltração de água e consequentemente aumentando a quantidade e a velocidade do escoamento superficial. Em eventos de fortes chuvas os sistemas de drenagem urbana têm sua capacidade excedida, causando o transbordamento de galerias pluviais, interditando vias e invadindo residências e comércios.

Para detectar estas transformações o Índice de Construção por Diferença Normalizada (NDBI) aparece como uma ferramenta importante, já que “é um índice desenvolvido para identificar áreas urbanas e construídas, baseado no incremento da resposta espectral das áreas construídas” (Siqueira, 2016).

A aplicação do NDBI resulta em uma diferenciação entre os valores de refletância dos pixels permitindo a identificação diferentes superfícies, vegetação, lavouras, pastagens, corpos d’água e, principalmente áreas construídas (Zha, 2003).

No caso de Osasco, o uso do NDBI para uma análise temporal entre 1985 e 2025 (Figura 17) demonstra uma intensificação da urbanização neste período. Além da redução da área verde, também é possível observar uma consolidação da mancha urbana, já que há uma redução nos intervalos entre -0,06 a 0,05 e um aumento de valores acima de 0,05.

Figura 17: Mapa de NDBI do município de Osasco e na bacia do córrego do Braço Morto em 1985 e 2025



Fonte: dos autores

A região onde é possível observar a maior consolidação da área urbana é justamente a bacia do córrego do Braço Morto, mais um fator da transformação antrópica que ocorreu nessa região e que se soma aos outros já evidenciados. Houve um aumento de 97,8% das áreas classificadas entre 0,05 e 0,5 pelo índice (Tabela 5), indicando um aumento substancial de regiões intensamente urbanizadas e, consequentemente, superfícies impermeabilizadas, indo de 4,7 km<sup>2</sup> em 1985 para 9,3 km<sup>2</sup> em 2025.

Tabela 5: porcentagem das classes de NDBI na bacia do córrego do Braço Morto

| Índice de áreas construídas | 1985 (%) | 2025 (%) |
|-----------------------------|----------|----------|
| -0,32 até -0,12             | 20,5     | 21,7     |
| -0,12 até -0,06             | 17,8     | 11       |
| -0,06 até 0                 | 24,6     | 17,9     |
| 0 até 0,05                  | 28,8     | 27,9     |
| 0,05 até 0,5                | 13,6     | 26,9     |

Fonte: dos autores

As classes que apresentaram uma diminuição significativa neste período são as entre 0,12 e -0,06, indo de 17,8% da área total em 1985 para 10,9% em 2025, e a entre -0,06 e 0,

caindo de 24,6% para 17,9% neste período. Estes dados demonstram a consolidação da área urbana, com a redução de áreas esparsamente vegetadas e com uma urbanização menos intensa.

É importante destacar que o NDBI também aponta uma perda de área verde na porção sul da bacia, no contorno do córrego do Braço Morto. Isto aponta uma perda significativa da mata ciliar, causando impactos negativos. Estas matas possuem um papel protetor significativo, evitando erosão, desmoronamentos, a infiltração de resíduos tóxicos e sedimentos excessivos e reduzindo os riscos de inundações (Scabin, 2024). Esta perda, junto com os outros fatores até então evidenciados neste estudo, intensifica a quantidade e a força das inundações do córrego do Braço Morto.

## **6. DISCUSSÃO: PROCESSO HISTÓRICO, ATRIBUTOS FÍSICOS E MUDANÇA NO USO DA TERRA.**

Os atributos físicos mostram que a região do Braço Morto está localizada nas regiões mais deprimidas do relevo e com baixa declividade, além da presença de solos flúvicos indicando uma susceptibilidade natural a processos de inundação. Essa dinâmica já era reconhecida nas dimensões históricas e pelo próprio processo de ocupação do território ao longo do tempo, já que os núcleos de povoamento desde as primeiras ocupações evitavam a zona norte do município de Osasco. Isto ocorria devido a presença de diversos rios, córregos e ribeirões, que formavam uma região em que predominavam planícies de inundação, que dificultavam a instalação de uma infraestrutura adequada devido a feições pantanosas e a variação constante no nível da água, que tendem a ocupar terrenos de menor declividade e altitude, presentes nas margens dos cursos d'água da região água (Silveira, 2024).

A bacia do córrego do Braço Morto veio a ser ocupada somente durante o século XX, motivada pelo intenso crescimento industrial da Região Metropolitana de São Paulo que gerou um forte impulso de urbanização no município de Osasco, tornando-o um dos principais polos industriais do Brasil até hoje. Esta ocupação ocorreu através de loteamentos, com a venda de terras incluindo áreas públicas e áreas de risco, promovendo uma expansão rápida, intensa, irregular e informal. Estes lotes eram vendidos nas portas das fábricas, tendo como alvos operários, que aceitavam morar nestas áreas vulneráveis, que careciam de infraestrutura adequada, por conta do valor imobiliário mais acessível (Silveira, 2024).

O processo de urbanização motivou a ocupação das áreas de várzea. Para tal, foi considerado necessário a retificação dos cursos d'água, especialmente do rio Tietê e do córrego do Braço Morto, além da drenagem da região e da impermeabilização intensa dos solos. Estas obras proporcionaram a expansão da malha urbana à zona norte osasquense, já que facilitaram a instalação da população nas antigas planícies de inundação (Coelho, 1998). A intensa modificação da rede de drenagem tornou a região mais propícia a desastres hidrológicos e os habitantes locais convivem com as constantes inundações desde o início da ocupação da bacia do córrego do Braço Morto. De 1985 até os dias atuais, é possível observar que este processo ainda estava ocorrendo de maneira intensa, mesmo após décadas de ocupação das áreas da bacia, com o NDBI demonstrando um aumento de 29,2% da área impermeável e o NDVI evidenciando um aumento de 266,5% das áreas fortemente desmatadas neste período.

Os resultados de alteração do NDVI e NBI mostraram que a ocupação nas áreas das várzeas foi intensa diminuindo a capacidade de amortecimento e de trocas entre as águas das inundações e as águas freáticas, principalmente nas áreas de planície fluvial. Os solos das planícies de inundação dos corpos d'água da região tendem a acumular naturalmente água em seus horizontes (Guimarães, 2013), atuando como uma esponja capaz de reservar a água infiltrada, melhorando a resposta e atenuando efeitos e impactos dos eventos de inundação. As alterações no uso da terra impactaram fortemente esse processo (ao não permitir a infiltração vertical da água no solo), assim como a canalização do Rio Tietê (que dificulta as trocas verticais e laterais do corpo hídrico com a sua planície de inundação em nível sub-superficial). Essas áreas de planícies fluviais são essenciais para as trocas hídricas entre o curso d'água e a continuidade do sistema fluvial.

As intensas alterações antrópicas alteraram a permeabilidade oferecida por áreas de cobertura natural tanto nas cabeceiras quanto nas planícies fluviais. A ocupação das planícies de inundação dos cursos d'água da bacia geraram uma grande área de risco, devido a impermeabilização, a remoção da cobertura vegetal e a canalização destes cursos. Esta modificação do meio ambiente intensifica o processo natural das cheias dos córregos e rios, causando grandes inundações.

A bacia do córrego do Braço Morto sofre com constantes inundações, especialmente durante o período de chuva, tal como demonstrado pela presença de diversos registros de 2011 até os dias atuais, levando também em consideração que nem todos os eventos foram mencionados. Esta situação de precariedade de infraestrutura de prevenção, combate e auxílio contra inundações, alagamentos e enchentes, cria uma situação de vulnerabilidade para a população local. Os habitantes dos bairros da bacia do córrego do Braço Morto, sofrem severos prejuízos por conta desta situação, tanto impactos materiais e financeiros, quanto humanos, visto que vivem com o constante estresse e medo de novos desastres.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da discussão a bibliografia e das análises dos aspectos físicos e da evolução temporal da impermeabilização e cobertura vegetal, ficou evidente que a evolução da ocupação e urbanização devem ser pensadas em dois eixos principais: A impermeabilização do solo das planícies de inundação e o processo de urbanização do município de Osasco.

Os cursos d'água sempre estiveram associados ao processo de ocupação urbana em Osasco. O povoamento do município esteve fortemente conectado ao acesso dos recursos hídricos e às dificuldades causadas pelas planícies de inundação desde os primeiros habitantes, que se instalaram nas margens do córrego Quitaúna. A rica hidrografia continua sendo um ponto influente para o cenário atual de Osasco (Rubio, 2017), porém devido ao processo de industrialização e urbanização da região, a presença dos córregos, rios e ribeirões passaram a ter uma conotação negativa, tendo sua percepção ligada às constantes inundações que ocorrem no município.

A bacia do córrego do Braço Morto é uma região que tem características naturais de alta susceptibilidade a eventos de inundação. A bacia reúne trechos de baixa declividade e altitude, especialmente nas proximidades de planícies fluviais, e solos hidromórficos ricos em argila. Estes aspectos físicos, em conjunto com uma dinâmica hídrica com alta susceptibilidade a cheias, favorecem o acúmulo de água de precipitação e a formação de diversos pontos de inundação e alagamento.

As modificações antrópicas promovidas pelo processo de urbanização e industrialização intensificaram esta propensão natural a desastres hidrológicos. A expansão acelerada de Osasco, que apresentou um crescimento populacional de 1755% entre 1940 e 1970, ocorreu com um planejamento precário, promovendo a ocupação das planícies de inundação dos cursos d'água, causando a supressão da vegetação ciliar, a impermeabilização extensiva dos solos e a canalização dos cursos d'água, modificando de forma intensa o sistema de drenagem local.

Seria interessante a realização de estudos futuros com outros dados morfométricos, focando na estrutura atual da bacia, levando em conta a alta presença de trechos canalizadas e canalizados dos cursos d'água da bacia. Já que, o alto grau de urbanização da região dificultou a análise completa dos impactos na rede de drenagem.

Este cenário, aliado a falta de infraestrutura adequada, proporciona uma região conhecida historicamente por sofrer com constantes desastres hidrológicos, que continuam a ocorrer até atualmente. Tal como foi demonstrado, estes desastres acontecem sempre no mesmo período chuvoso, portanto não devem ser interpretadas como eventos excepcionais ou imprevisíveis, mas como manifestações de um padrão. Para além dos danos materiais e das perdas econômicas, as inundações constantes produzem insegurança, agravam vulnerabilidades sociais e impõem custos mentais às comunidades afetadas.

Apesar das complicações para implementação de planos de ação, que envolvem políticas públicas, obras de infraestrutura, planos de prevenção, conscientização social e de contenção de danos, segue sendo imprescindível reforçar como recomendação o fomento de políticas focadas na região da bacia do córrego do Braço Morto, mais especificamente nas áreas de risco destacadas na pesquisa. Isso não irá evitar completamente os eventos de inundação, mas pode ajudar a diminuir seus impactos, principalmente às populações vulneráveis.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**. Brasília: ANA, 2012.

ALBINO, Danielle. **O rural em Osasco**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ANDRADE, Rodolfo. **Caos: Chuva recorde provoca prejuízos nas cidades**. Giro S/A, Metrópole, 14 fev. 2020. Disponível em: <https://girosa.com.br/chuvas-segunda-feira-regiao/>. Acesso em: 13 out. 2025.

BALICA, Stefania Florina, et al. **A flood vulnerability index for costal cities and its use in assessing climate change impacts**. 2012. Nat Hazards 64, 73-105. Delft, Holanda, 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Classificação e codificação brasileira de desastres**: COBRADE. Brasília: SEDEC, 2017.

BRITO, Celso Roberto de. **Contribuição ao estudo do poder local em Osasco**: um estudo geográfico-político. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CANÇADO, Vanessa Lucena. **Consequências econômicas das inundações e vulnerabilidade: desenvolvimento de metodologia para avaliação do impacto nos domicílios e na cidade**. 2009.

CARDOSO, Alecsander Ruiz. **Gentrificação: transformações socioeconômicas e urbanas em Osasco**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Osasco, 2022.

CLEMENTE, Thiago Henrique Malandrino. **Canalização do Rio Tietê em São Paulo: Comparação de Projetos e Obras**. V Congresso de Iniciação Científica do IFSP Itapetininga. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Itapetininga. 2017.

COELHO, Maria Inês Zampolim. **A estruturação do município de Osasco no contexto da região metropolitana de São Paulo**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL (COMDEC). **Pontos de alagamento na cidade de Osasco (atualização 2011)**. Osasco: Prefeitura do Município de Osasco, 2011.

CORREIO PAULISTA. **Análise do evento de chuva em Osasco de 20 de janeiro de 2022**. Correio Paulista, seção Geral, 17 mar. 2022. Disponível em: <https://correiopaulista.com/analise-do-evento-de-chuva-em-osasco-de-20-de-janeiro-de-2022/>. Acesso em: 13 out. 2025.

CORREIO PAULISTA. **Prefeito de Osasco lidera força-tarefa após chuvas intensas que causaram alagamentos.** Correio Paulista, 4 fev. 2025. Disponível em: <https://correiopaulista.com/prefeito-de-osasco-lidera-forca-tarefa-apos-chuvas-intensas-que-causaram-alagamentos/>. Acesso em: 13 out. 2025.

DELFORGE, Damien, et al. **EM-DAT: The Emergency Events Database.** 2025. International Journal of Disaster Risk Reduction. Bruxelas, Bélgica, 2025.

DORNELES, Fábio. **Temporal deixa ruas alagadas na Zona Norte de Osasco - veja imagens.** Visão Oeste, Cidades, 29 mar. 2018. Disponível em: <https://visaooeste.com.br/temporal-deixa-ruas-alagadas-na-zona-norte-de-osasco-veja-imagens/>. Acesso em: 13 out. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).** 6. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025.

G1. **Forte chuva em SP atinge sítio arqueológico encontrado na escavação de obra do metrô no Bixiga.** G1 - São Paulo, 7 fev. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/02/07/forte-chuva-em-sp-atinge-sitio-arqueologico-encontrado-na-escavacao-de-obra-do-metro-no-bixiga.ghtml>. Acesso em: 13 out. 2025.

G1/GLOBO.COM. **Chuva forte causa alagamento em Osasco.** Gazeta do Povo, Vida e Cidadania, 18 mar. 2011. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/chuva-forte-causa-alagamento-em-osasco-eisodtpckn275q7rklj40tff2/>. Acesso em: 13 out. 2025.

GIMENES, Filipe Biaggioni Quessada; AUGUSTO FILHO, Oswaldo. **Mapas de fragilidade ambiental: conceito e método aplicados em estudo piloto.** *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, n. 30, p. 1–12, 2013.

GOTO, Erica A. e FERNANDES, Pedro e PEGORARO, Rafael L. **Aprendendo com as catástrofes: enchentes, o risco e a emergência no bairro Rochdale - Osasco - São Paulo.** 2012, Anais.. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2012.

GUIMARÃES, Sérgio Tavares, et al. **Caracterização e classificação de Gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 2, p. 317–326, 2013.

HADDAD, Eduardo Amaral e TEIXEIRA, Eliane. **Economic impacts of natural disasters in megacities: the case of floods in São Paulo, Brazil.** *Habitat International*, v. 45, n. ja 2015, p. 106-113, 2015.

HAGOP GARAGEM. **Vizinhos de Antônio Agu em 1900** [mapa digital]. s.d. Disponível em: <https://www.hagopgaragem.com.br/osascoantigamapas.html>>. Acesso em: 28 sep. 2025.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campos: INPE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados** / IBGE, Coordenação Técnica do Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de pedologia: guia prático de campo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

MENEZES, Éverton Pelegrini de. **Integrar o rio a cidade através da arquitetura**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2009.

MORAES, Isabel Cristina. **Interferência Do Uso Da Terra Para as Inundações Na Área Urbana Do Córrego Da Servidão, Rio Claro (SP)**. Revista brasileira de geomorfologia. 2012.

NOGUEIRA, Carol. **Após chuva, prefeitura de Osasco faz força tarefa de limpeza urbana**. Visão Oeste, Cidades, 9 set. 2015. Disponível em: <https://visaoeste.com.br/apos-chuva-prefeitura-de-osasco-faz-forca-tarefa-de-limpeza-urbana/>. Acesso em: 13 out. 2025.

OLIVEIRA, Thais Dias. **Alagamentos e vulnerabilidade social: um estudo de caso na Zona Leste de São Paulo**. 2018. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2018.

OSASCO (SP). **Decreto nº 11.565, de 20 de novembro de 2017**. Declara situação de Estado de Calamidade Pública no Município de Osasco. Imprensa Oficial do Município de Osasco, Edição nº 1410, Ano XVIII, Osasco, 20 nov. 2017.

PASSOS, Andrea de Oliveira. **Índices de reflectância, NDVI e EVI como indicadores de níveis de degradação das pastagens tropicais**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2021.

PEGORIM, Josélia. **Chuva forte alaga áreas da Grande SP**. Climatempo, 6 abr. 2019. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2019/04/06/chuva-forte-alaga-areas-da-grande-sp-3731>. Acesso em: 13 out. 2025.

PENTEADO, Antonio Rocha; PETRONE, Pasquale. **São Caetano do Sul e Osasco, subúrbios industriais**. In: AZEVEDO, Aroldo de (org.). *A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana*. v. 4: *Os subúrbios paulistanos*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958.

PEREIRA, Mariana. **Chuva forte provoca alagamentos em Barueri, Itapevi e Osasco**. Giro S/A, Metrôpole, 20 out. 2020. Disponível em: <https://girosa.com.br/chuva-forte-provoca-alagamentos-em-barueri-itapevi-e-osasco/>. Acesso em: 13 out. 2025.

PEREIRA, Mariana. **Osasco: córrego transborda no Aliança e alaga creche**. Giro S/A, Metrôpole - Osasco, 6 nov. 2024. Disponível em: <https://girosa.com.br/osasco-corrego-transborda-no-alianca-e-alaga-creche/>. Acesso em: 13 out. 2025.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2025.

RIOS, Joana da Costa Manso Ramos Alves. **Reconhecimento e inserção da favela na cidade: urbanização e regularização de favelas em Osasco-SP**. 2024. Dissertação (Mestrado em Habitat) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

ROSSI, Márcio. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**: Revisado e ampliado. 1. ed. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

ROUSE, John William. **Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite)**. Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt. 1973.

RUBIO, V. M. **Programa de urbanização e os desafios para integração da favela à cidade: Avanços e descompassos de uma política pública em Osasco - SP (2005-2016)**. 2017. Tese (Doutorado), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, São Paulo, 2017.

SAKUNO, Natanael Rodolfo Ribeiro, et al. **Mapeamento de Superfícies Impermeáveis em Áreas Urbanas Utilizando Imagens Índices Geradas Pelo Sistema Landsat-5 Thematic Mapper**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, Brasil, n. spe, p. 190–198, 2017.

SANTOS, Elina de Oliveira. **Tietê, o rio de São Paulo**. In: AZEVEDO, Aroldo de (org.). *A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana*. v. 4: *Os subúrbios paulistanos*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958.

SCABIN, Denise. **Matas ciliares**. Portal de Educação Ambiental - SEMIL, 16 abr. 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/matasciliares/>. Acesso em: 3 out. 2025.

SEABRA, Odette Carvalho de Lima. **Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros - valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo**. 1987. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SEABRA, Odette Carvalho de Lima. **Urbanização e industrialização: rios de São Paulo**. Labor & Engenho, v. 9, n. ja/mar. 2015, p. 37-48, 2015.

SECHU, Gasper Laurent, et al. **A stepwise GIS approach for the delineation of river valley bottom within drainage basins using a cost distance accumulation analysis**. Water, v. 13, n. 6, art. 827, 2021.

SILVA, Bruno de Melo. **Modelagem hidrológica e hidrodinâmica para avaliação de inundações na zona urbana de Caruaru, PE**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, Paulo Cesar Fernandes da; et al. **Mapeamento de perigos e riscos de inundação: uma abordagem semiquantitativa**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 13–38, 2014.

SILVA, Rodolfo Dias da. **A dinâmica do uso da terra e seu efeito nas enchentes na bacia do Córrego do Parque, Americana (SP)**. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2016.

SILVEIRA, Gabriel Basili Romero. **O impacto das enchentes no bairro rochdale (Osasco - SP)**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas - Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Osasco, 2024.

SIQUEIRA, Anny Elizabeth Candengue de, et al. **CARACTERIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA DE CARUARU - PE UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO**. In: 9 Encontro Internacional da Águas, 2017, Recife. anais do 9 Encontro Internacional da Águas. Recife-PE: FASA, 2017, 2017.

SOARES, Carlo Junqueira Margotto. **Zoneamento de áreas vulneráveis a inundação e alagamento em Rio Claro - SP, pelo método AHP**. 2018. 59 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2018.

SOUZA et al. **Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine**. Remote Sensing, Volume 12, Issue 17. 2020.

TERRA. **Chuva coloca região de SP em estado de alerta para alagamentos**. *Terra*, seção Cidades, 14 fev. 2014. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/chuva-coloca-regiao-de-sp-em-estado-de-alerta-para-alagamentos%2Ce8873135fd234410VgnVCM3000009af154d0RCRD.html>. Acesso em: 13 out. 2025.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão da Drenagem Urbana**. 2012. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, Brasília, 2012.

TV GLOBO. **Bom dia São Paulo - Edição de Segunda-Feira, 10/02/2020**. Rio de Janeiro: Globo/Globoplay, 2020. 1 h 53 min. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/8308759/>. Acesso em: 13 out. 2025.

TV GLOBO. **SP1: Chuva provoca alagamento em ruas no Jardim Rochdale, em Osasco**. Rio de Janeiro: Globo/Globoplay, 2015. 3 min. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/4580051/>. Acesso em: 13 out. 2025.

TV GLOBO. **SP2: Chuva forte causa alagamento em Osasco**. Rio de Janeiro: Globo/Globoplay, 2017. 4 min. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/3095894/>. Acesso em: 13 out. 2025.

VALERIANO, Márcio Morisson; ROSSETTI, Dilce Fátima. **Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data**. Applied Geography, v. 32, n. 2, p. 300–309, 2012.

VARGEM, Miguel Caetano. **Identificação de áreas susceptíveis a inundações em Sorocaba usando GIS e análise multicritério**. Orientador: Cláudia Hitomi Watanabe Rezende. 2024. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2024.

VISÃO OESTE. **Enchentes continuam.** Visão Oeste, seção Cidades, 8 jan. 2013. Disponível em: <https://visaoouest.com.br/enchentes-continuum/>. Acesso em: 13 out. 2025.

ZANON, Fernanda Nicola. **Uso e ocupação da terra e vulnerabilidade a alagamento na área central da cidade de São Paulo: o caso da subprefeitura Sé.** 2013. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

ZHA, Yong, et al. **Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery.** International Journal of Remote Sensing, v. 24, n. 3, p. 583–594, 2003.

ZOLA, Jordana Alca Barbosa. **Algumas divergências entre os projetos e as ações que antecederam as obras de retificação do Rio Tietê na cidade de São Paulo.** In: Anais do XV Seminário de História da Cidade e do Urbanismo, 2018, UFRJ. Anais do(a) Anais do XV Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Recife: Even3, 2018.