

**CORRELAÇÃO ENTRE O SISTEMA CLIMA URBANO E CASOS DE DENGUE  
EM FOZ DO IGUAÇU: ESTUDO TERMO-HIGROMÉTRICO ENTRE OS MESES  
DE FEVEREIRO A MAIO DE 2023**

**CORRELATION BETWEEN THE URBAN CLIMATE SYSTEM AND DENGUE  
CASES IN FOZ DO IGUAÇU: THERMO-HYGROMETRIC STUDY BETWEEN  
THE MONTHS OF FEBRUARY TO MAY 2023**

469

**Guilherme Duarte Rodrigues**

Geografia Bacharelado da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA.

[Egd.rodrigues.2019@aluno.unila.edu.br](mailto:Egd.rodrigues.2019@aluno.unila.edu.br)

**Mariane Dutra Magnabosco**

Geografia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA.

[mariane.magnabosco@gmail.com](mailto:mariane.magnabosco@gmail.com)

**Gabriel Lucas Dos Santos De Oliveira**

Geografia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA

[gabriel.oliveira\\_06@outlook.com](mailto:gabriel.oliveira_06@outlook.com)

**Julieta Cuevas**

Geografia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA

[j.cuevas.2020@aluno.unila.edu.br](mailto:j.cuevas.2020@aluno.unila.edu.br)

**Mariana da Silva Ostrufka**

Geografia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA

[mariostrufka12@gmail.com](mailto:mariostrufka12@gmail.com)

**Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer**

Docente da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA. [marcia.scheer@unila.edu.br](mailto:marcia.scheer@unila.edu.br).

**José Mauro Palhares**

Doutor do Programa de Pós-Graduação em Geografia PP GEO/ UNIFAP.

<https://orcid.org/0000-0001-9311-1049> . - [jmpalhares@gmail.com](mailto:jmpalhares@gmail.com)

**Resumo**

O clima urbano é caracterizado pelas condições climáticas de uma cidade. A partir do interesse em compreender essas peculiaridades climáticas, Monteiro, em 1975, cria o Sistema Clima Urbano, uma metodologia que leva em consideração as dinâmicas entre os fenômenos climáticos, a interação com a superfície terrestre e as atividades urbanas, responsáveis por refletir na atmosfera e causar perturbações nas condições do clima local. Este trabalho teve como principal objetivo discutir e analisar a distribuição espacial da dengue, compreendendo as relações diretas e indiretas com a medição da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes pontos da cidade de Foz do Iguaçu entre os meses de fevereiro a maio de 2023. A metodologia empregada teve por base os quatro níveis da pesquisa geográfica apresentados por Libault (1971), organizando e sistematizando cada etapa da pesquisa. Os resultados mostraram que em fevereiro as condições

climáticas eram favoráveis à proliferação do mosquito *Aedes Aegypti*, colocando a cidade em nível de alerta entre 1000 e 2000 casos notificados. Entre os meses de março e abril os casos aumentaram exponencialmente, ultrapassando 4000 notificações devido ao aumento da temperatura. Em maio, os casos começaram a diminuir, chegando ao número inferior a 1000 notificações. Isso se deve à baixa nas temperaturas e aumento na umidade relativa do ar.

**Palavras-chave:** Sistema Clima Urbano; Dengue; Foz do Iguaçu.

#### Abstract

Urban climate is characterized by the climatic conditions of a city. Based on the interest in understanding these climatic peculiarities, Monteiro, in 1975, created the Urban Climate System, a methodology that takes into account the dynamics between climatic phenomena, the interaction with the earth's surface and urban activities, responsible for reflecting on the atmosphere and causing disturbances in local climate conditions. The main objective of this work was to discuss and analyze the spatial distribution of dengue, understanding the direct and indirect relationships with the measurement of temperature and relative humidity in different points of the city of Foz do Iguaçu between the months of February and May 2023. The methodology used was based on the four levels of geographic research presented by Libault (1971), organizing and systematizing each stage of the research. The results showed that in February the climatic conditions were favorable to the proliferation of the *Aedes Aegypti* mosquito, placing the city on alert level between 1000 and 2000 reported cases. Between March and April, cases increased exponentially, exceeding 4,000 notifications due to the rise in temperature. In May, cases began to decrease, reaching less than 1,000 notifications. This is due to the drop in temperatures and increase in relative humidity.

**Keywords:** Urban Climate System; Dengue; Foz do Iguaçu.

## INTRODUÇÃO

O presente artigo foi desenvolvido no âmbito da disciplina "Clima Urbano", no curso de graduação em Geografia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, com o propósito de realizar um estudo setorial na cidade de Foz do Iguaçu - PR (figura 1), a partir de estudos mais abrangentes sobre a Climatologia Geográfica.

O município de Foz do Iguaçu está localizado no extremo Oeste do Estado do Paraná, fazendo fronteira com Puerto Iguazú na Argentina e Ciudad Del Leste no Paraguai, que são importantes destinos de compras para os visitantes. O ponto turístico de maior notoriedade é as Cataratas do Iguaçu, uma das sete maravilhas da natureza. Também abriga uma das maravilhas do mundo moderno, a Usina Hidrelétrica de Itaipu.

Conforme especifica o governo municipal, o número de moradores na cidade aumentou mais de 10,9% nos últimos dois anos, passando de 257.971 para 285.415 mil habitantes (censo 2022), e a população é caracterizada por sua diversidade étnica e cultural. São aproximadamente 80 nacionalidades, sendo que as mais representativas são oriundas de países como o Líbano, China, Japão, Paraguai, Argentina, entre outros.

Segundo Santos Júnior et al (2021), a cidade possui latitude 25°40' 59" Sul, longitude 54° 25' 59" Oeste e altitude de 152 m. É a única com uma série ininterrupta e superficialmente grande, alternando as exigências da pesquisa (figura 2).

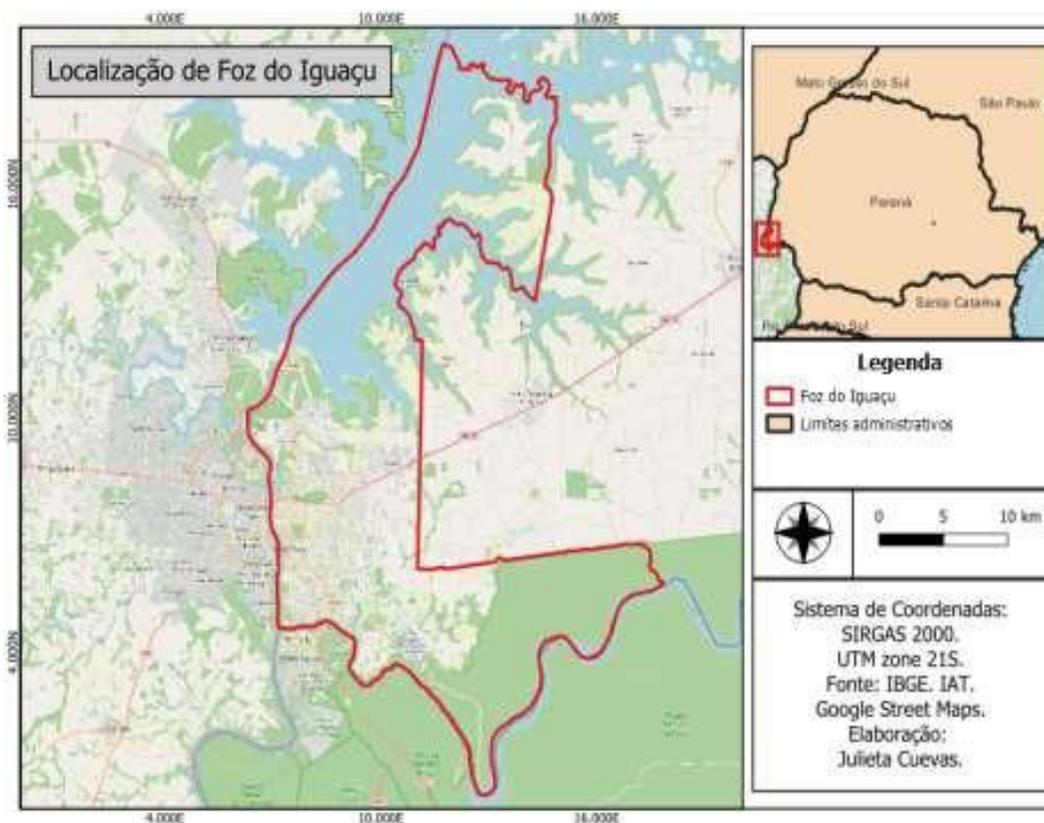
De acordo com o governo municipal de Foz do Iguaçu, as características físicas como área urbana são de 191,46 km<sup>2</sup>, e na área rural 138,17 km<sup>2</sup>, enquanto o Parque Nacional

do Iguaçu, que é um dos pontos turísticos de Foz do Iguaçu, possui 138,60 km<sup>2</sup>. Os limites são ao norte com o município de Itaipulândia, ao sul com Puerto Iguazú (Argentina), a Leste com os municípios de Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu e a oeste com Ciudad del Este (Paraguai).

O clima da cidade de Foz do Iguaçu é subtropical úmido, com verões quentes, geadas poucos frequentes e chuvas em todos os meses do ano. A altitude tem média de 192 metros acima do nível do mar, a umidade relativa do ar média é de 72,4% (indicado pelo ministério da aeronáutica/DECEA-2012), e a precipitação pluviométrica tem média de 102,1 milímetros.

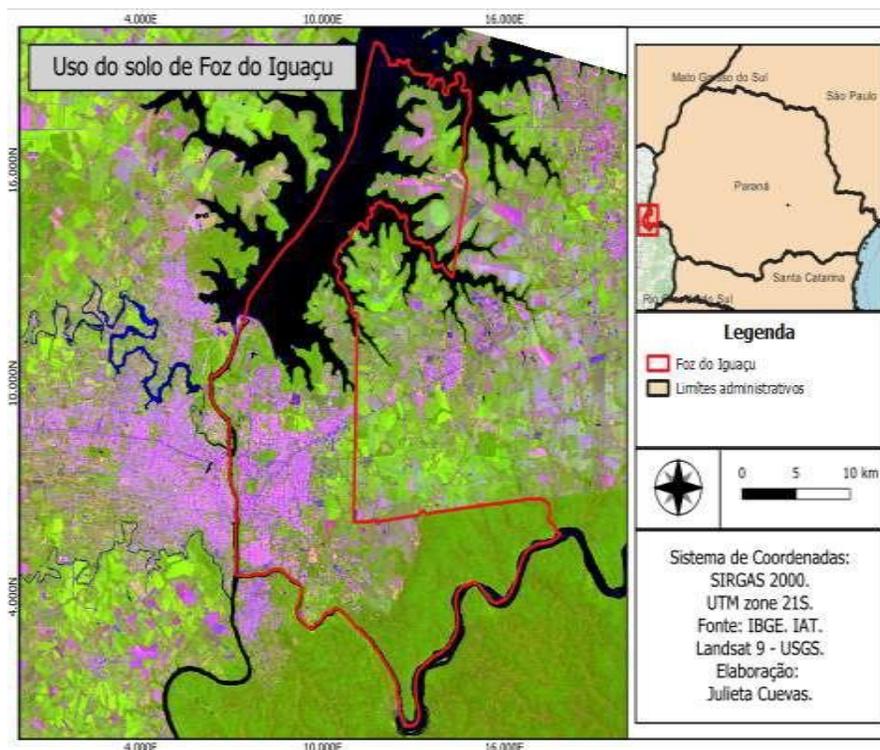
Ao longo da história, a humanidade tem se dedicado ao estudo dos fenômenos da Terra e da atmosfera, o que levou ao surgimento da Meteorologia e, conseqüentemente, da Climatologia, que tem como foco o registro e a medição dos fenômenos atmosféricos, a fim de estabelecer suas condições físicas de produção (FERREIRA, 2012). Esses fenômenos atmosféricos não ocorrem isoladamente, mas sim em constante interação com outros eventos, como, por exemplo, a superfície terrestre.

**Figura 1** – Mapa de localização de Foz do Iguaçu.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

**Figura 2** – Mapa de uso do solo de Foz do Iguaçu.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

É por essa razão que a climatologia está inserida no campo da Geografia Física, como indicado por Ferreira (2012), ao mesmo tempo em que possui uma forte ligação com a Geografia Humana, uma vez que tais fenômenos têm um impacto direto nas diferentes sociedades que habitam o planeta. Nesse sentido, Ferreira (2012) afirma que a climatologia busca "integrar as diferentes esferas terrestres visando a compreensão da organização do espaço, tendo no estudo do clima um elemento de grande relevância nas análises espaciais" (FERREIRA, 2012, p.767).

Um dos principais fundamentos dos estudos em climatologia no Brasil, que orientou este trabalho, é a Teoria do Sistema Clima Urbano proposta por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (1976), bem como a Teoria Geral dos Sistemas de Sotchava (1979). Esses fundamentos teórico-conceituais são essenciais para uma leitura mais precisa do intenso processo de urbanização ocorrido desde meados do século XX, que tem causado significativas transformações ambientais em diversas partes do mundo. A intensa e concentrada atividade humana nas áreas urbanas reflete na atmosfera, modificando a

temperatura, umidade, precipitação e ventos, o que acaba afetando a forma como organizamos o espaço (SANT'ANNA NETO, 2015).

Seguindo as leituras e estudos realizados, iniciou-se a prática de coleta de dados, utilizando a metodologia apresentada por Monteiro e Mendonça (2015). Optou-se por realizar a coleta de dados de forma direta, utilizando um Termo-higrômetro digital. Os dados coletados consistiram em medições de umidade, temperatura e características específicas de cada dia de coleta. Reconheceu-se a importância da geração de nossos próprios dados como parte fundamental do aprendizado nessa etapa crucial para a produção do conhecimento científico.

A coleta desses dados climáticos específicos da área urbana de Foz do Iguaçu auxiliou na compreensão dos padrões climáticos locais. Decidiu-se, também, levar em consideração os casos de dengue na cidade, pois coincidiram com o início das medições de temperatura e umidade. Nesse sentido, estabeleceu-se uma relação entre as variáveis do clima urbano e a epidemia em questão.

Conforme mencionado anteriormente, a Climatologia Urbana dedica-se ao estudo das interações entre as características urbanas, como edifícios, ruas, vegetação, atividades humanas e o local. A pesquisa empírica desempenha um papel fundamental nesse campo, uma vez que permite a coleta de dados e evidências concretas sobre os padrões climáticos nas áreas urbanas. Dessa forma, buscou-se uma melhor compreensão dos padrões climáticos específicos da cidade de Foz do Iguaçu, além do desenvolvimento de modelos e ferramentas de previsão que auxiliam na gestão e prevenção de riscos climáticos em áreas urbanas.

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo discutir e analisar a distribuição espacial da dengue a partir de uma perspectiva geossistêmica, bem como compreender as relações diretas e indiretas com a temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Foz do Iguaçu nos meses de fevereiro, março, abril e maio de 2023, cujas principais variáveis utilizadas na pesquisa foram a temperatura e umidade média, juntamente com a observação das características visíveis do tempo no momento da coleta.

## **REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL**

A dinâmica da atmosfera e sua atual condição é vista como essencial para a sobrevivência dos seres vivos, a partir de elementos do clima e fatores geográficos que o influenciam como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, ventos, formando os biomas no planeta Terra. Porém, da mesma forma que é essencial, a depender de perturbações nas condições climáticas de um lugar, isso pode influenciar negativamente na saúde humana, como no surgimento dos agentes infecciosos, que envolvem os mosquitos transmissores de doenças, como a dengue, por exemplo.

A princípio, definir o termo Clima é de fundamental importância. Na concepção de Ayoade (1996, p.2), “clima é a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos”, ou seja, fruto da observação contínua do comportamento atmosférico por longos períodos de tempo para que se identifiquem os padrões que

ajudam a definir o clima presente em uma determinada área estudada. Tais elementos que identificam esses padrões incluem a radiação solar, variações de temperatura, umidade do ar, precipitações, incidência de ventos entre outros. No entanto, com o grau de alterações causadas pelos humanos, esse longo tempo pode ser revisto.

Para complementar a definição anterior, Mendonça (2007), resgata a definição apresentada por Max Sorre que caracterizou o clima como os vários estados da atmosfera de determinado lugar em sua sucessão habitual, considerando os tipos de tempo baseados no ritmo e duração, após ficar evidente a necessidade de estudar fenômenos atmosféricos que ocorrem de forma eventual, pois eles causam maiores impactos nas atividades humanas, e por essa razão, era necessário o estudo do clima urbano.

O autor que trouxe uma das maiores contribuições para a climatologia brasileira foi Monteiro. Ele propõe em 1971 a análise rítmica dos tipos climáticos e em 1975, apresenta e publica sua tese de livre docência “Teoria e Clima Urbano” onde exibe sua teoria sobre o Sistema Clima Urbano (S.C.U) baseada na Teoria Geral dos Sistemas, sendo o primeiro a identificar que as teorias vigentes para estudar grandes cidades e regiões metropolitanas não eram adequadas para identificar e analisar fatores particulares do clima em cidades pequenas e médias. Dessa forma, ele cria uma metodologia específica.

Ao estudar um ambiente urbano, o clima é um fator importante, e são as condições climáticas de uma cidade que são chamadas de clima urbano. Monteiro (1975) entende Clima urbano como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (Monteiro 1975, p.116), ou seja, o espaço urbanizado é o núcleo do sistema, mantendo interconexão com o ambiente local e regional. Para ele, a noção de espaço deve incluir não apenas o espaço concreto, mas também o espaço tridimensional para que se possa compreender os fenômenos urbanos.

O S.C.U é considerado um sistema aberto e dinâmico que visa compreender a organização climática peculiar da cidade. Tudo o que não é atmosférico e se concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos, constitui elemento do espaço. (MONTEIRO, 1975, p.119).

No trecho anterior de sua tese, ele explica os elementos que constituem sua teoria e que ela é dinâmica, acrescentando ser peculiar do clima de uma cidade as ilhas de calor, poluição do ar, inundações e outras formas que se destacam nos climas urbanos.

O estudo do clima urbano de uma cidade média ou pequena é necessário para que perturbações em suas condições climáticas sejam analisadas. A depender do nível de precisão, essas pesquisas podem contribuir para o planejamento urbano e regional, colaborando na intervenção e implantação de melhorias que contribuam para a vida e bem estar dos seus habitantes e que mantenham um equilíbrio com o meio ambiente.

A partir disso, Mendonça e Monteiro, que são referências em pesquisas dessa natureza, organizaram um livro publicado em 2003 de nome *Clima Urbano*, apresentando um primeiro texto do próprio Monteiro em que ele traz uma proposta teórica e técnica que fundamenta trabalhos de climatologia urbana, teoria a qual nomeou de “Sistema Clima Urbano”, e em seguida, mais quatro possibilidades de estudo do clima e análise de suas

condições ambientais em cidades como Salvador, Londrina, Rio de Janeiro e Curitiba, trabalhos que foram desenvolvidos por diferentes pesquisadores.

O primeiro estudo chamado “Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador”, da professora da Universidade Federal da Bahia, Dra. Neyde Maria Santos Gonçalves, trata dos impactos causados pelas chuvas fortes no ambiente urbano e sua relação com a expansão urbana desordenada, variáveis geológicas, socioecológicas e político-administrativas, como a falta de infraestrutura, déficit habitacional e descaso ambiental. Essa relação resulta em acidentes naturais extremos, como deslizamentos e desmoronamentos que trazem prejuízos e mortes.

O segundo estudo nomeado “Clima e Planejamento Urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo- higrométrico” de autoria do Dr. Francisco de Assis Mendonça, apresenta uma pesquisa da qual ele percebeu que a maior parte dos estudos que envolvem clima urbano trabalham com grandes metrópoles, e esse não era seu objetivo. Apoiado na teoria de Monteiro do Sistema Clima Urbano, fez levantamento de dados em 17 pontos de toda a área urbana medindo temperatura e umidade em diferentes situações do dia, sazonais e tipos de tempo e analisou o clima como parte do planejamento urbano de Londrina, chegando a resultados como: os fluxos intensos de veículos e pessoas, somadas a grandes concentrações de edifícios verticais e pouca área verde, favorecem formações de ilhas de calor e desconforto térmico, enquanto locais de relevo elevado são menos aquecidos. Para ele, os espaços verdes são importantíssimos para o planejamento urbano.

No terceiro estudo com o título “O Clima Urbano na cidade do Rio de Janeiro”, produzido pela Dra. Ana Maria de Paiva Macedo Brandão, professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, aborda as diferentes possibilidades de formação de ilhas de calor. A autora utilizou instrumentos especiais de mensuração para determinar a temperatura, umidade relativa, ventos entre outros elementos, e identificou várias ilhas de calor fracas, intensas e moderadas que refletem a diversidade de microclimas próprios da cidade por sua característica de cidade litorânea, rodeada de maciços montanhosos e morros. Foram escolhidos pontos de medição de temperatura com as mesmas características do local de referência. A temperatura foi o elemento climático mais explorado para mostrar as alterações no balanço de energia no Rio de Janeiro, com relação ao tipo de uso e ocupação do solo.

O quarto e último estudo apresentado é “A cidade de Curitiba e a poluição do ar: implicações de seus atributos urbanos e geológicos na dispersão de poluentes em período de inverno”, da geógrafa Dra. Inês Moresco Danni-Oliveira. Trata da qualidade do ar no ambiente urbano. Segundo a geógrafa, até cidades tidas como ecológicas apresentam problemas ambientais, como é o caso da qualidade do ar em Curitiba, por conta dos poluentes emitidos pelos veículos e indústrias, além da forte verticalização dos edifícios que criam barreiras à circulação do ar; dessa forma, os locais afastados do centro urbano também tiveram a qualidade do ar afetada devido às correntes de vento levarem agentes poluidores para esses locais. Os dados para essa pesquisa foram obtidos a partir de medições em dias chuvosos e não chuvosos.

Dentre as pesquisas apresentadas, o trabalho empírico realizado teve por base o segundo estudo realizado por Mendonça, que foi adaptado para alguns pontos de coleta de Foz do Iguaçu e para o período disponível para a realização das medições na cidade, teve início no mês de fevereiro e foi concluído no mês de maio de 2023.

### **Clima urbano e o Meio Ambiente**

Avançando na discussão, Mendonça, Cunha e Luiz publicam em 2016 na revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia – ANPEGE, um artigo intitulado “Problemática socioambiental urbana”, discutindo as complexas relações sociais e do meio ambiente que ocorrem em áreas urbanas.

Os autores destacam que a expansão urbana desordenada, o crescimento das cidades e o aumento da população demandam por mais recursos naturais, e que, somadas à falta de infraestrutura adequada nessas áreas, traz efeitos negativos à saúde e qualidade de vida das pessoas. Também é enfatizada a necessidade de uma abordagem integrada e multidisciplinar para enfrentar os desafios do desenvolvimento urbano, tais como situações de risco e vulnerabilidade socioambiental, resíduos sólidos, questão hídrica, qualidade do ar, área verde, favelização, etc. (Mendonça, et.al, 2016).

Dentre os problemas abordados, os resíduos sólidos urbanos se relacionam com essa pesquisa, pois o sistema de produção capitalista permitiu maior produção de bens e materiais, possibilitando o surgimento da cultura do descarte, mas não desenvolveu na mesma velocidade estratégias para reduzir impactos causados pelos resíduos, cuja maior parte vai parar em lixões a céu aberto. Uma das implicações do descarte irregular de lixo é o comprometimento da saúde da população, que contribui no surgimento de doenças, como as epidemias, por exemplo.

O clima tem papel importante no processo da produção do espaço e do território, sendo um agente de interferência no cotidiano da sociedade. Sant’Anna Neto (2008) produz um estudo nomeado “Da climatologia geográfica à geografia do clima” com o objetivo de fazer uma releitura crítica da trajetória dos estudos geográficos do clima, na tentativa de propor uma nova perspectiva de análise que supere o paradigma rítmico e sistêmico proposto por Monteiro em 1971 que propiciou o surgimento da climatologia geográfica como área científica no Brasil.

Ao fazer uma revisão conceitual do clima como um fenômeno geográfico, não apenas como um elemento natural no território, mas que repercute nas relações entre a sociedade e a natureza, segundo interesses de agentes sociais produzindo espaços de segregação e vulnerabilidade, ele buscou uma abordagem climática mais humana e geográfica, ou seja, uma Geografia do Clima. Em sua análise, as principais dimensões socioeconômicas e ambientais que são afetadas pelo clima incluem o clima urbano, clima e agricultura, clima e saúde e mudanças climáticas. Nesse estudo, a dimensão de maior interesse é a dimensão clima e saúde.

Para o autor, dois aspectos são importantes para a Geografia do Clima: a) a necessidade de domínio do instrumental tecnológico para a análise atmosférica e; b) a necessidade da

dimensão social na interpretação do clima na perspectiva da análise geográfica, em que os fenômenos atmosféricos ocorrem no território transformado pela sociedade, de maneira desigual segundo os interesses sociais.

Sobre essa perspectiva, o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática também desigual. Como exemplo, uma enchente atinge mais fortemente áreas onde os equipamentos urbanos e o poder público funcionam de forma precária, ou seja, as enchentes não atingem e não afetam a todos da mesma maneira. (Sant'Anna Neto, 2008).

### Febre Dengue

Segundo o guia de bolso sobre doenças infecciosas e parasitárias publicado pelo Ministério da Saúde (2010), a Dengue, também conhecida como “febre de quebra-ossos” é uma arbovirose tropical, ou seja, uma doença causada por um vírus transmitido por um mosquito e que prolifera em climas tropicais, causada pelo arbovírus de RNA do gênero *Flavivirus*, pertencente à família *Flaviviridae*, e que apresenta quatro sorotipos conhecidos: DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4, tendo como vetores os mosquitos do gênero *Aedes* e período de incubação de 3 a 15 dias após a contaminação, e um período de transmissibilidade que começa um dia antes da primeira febre e perdura até o sexto dia de sintomas.

Nas Américas, o vírus da dengue é persistente na natureza graças ao seu ciclo de transmissão, que se dá pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti* em um humano infectado, que durante o repasto do sangue irá carregar consigo o vírus, estando apta a infectar os próximos humanos picados. Na natureza, o ciclo da dengue foi descrito na Ásia e na África, onde envolvia macacos selvagens.

O guia ainda caracteriza a doença pelo sintoma de febre aguda, podendo ser benigna ou grave, dependendo da forma com que se apresenta. Inicia-se com um surto febril de início agudo, juntamente com dores de cabeça, falta de energia, dores no corpo e nas articulações e atrás dos olhos, podendo ainda apresentar ou não manchas avermelhadas e coceiras pelo corpo. Falta de apetite, náusea, diarreia e vômitos podem se apresentar por 2 a 6 dias após o início dos sintomas, e manifestações hemorrágicas podem ser apresentadas em todas as formas clínicas da doença. Em crianças, apresenta-se como uma síndrome febril com sintomas de apatia, sonolência, perda de apetite, fezes amolecidas, diarreia e vômitos. Por se tratar de uma virose, não há medicamentos para tratar a doença em si, somente seus sintomas, e as medidas de controle se restringem a eliminar o mosquito vetor.

Os machos do mosquito *Aedes aegypti* alimentam-se da seiva e do néctar das plantas, enquanto as fêmeas, que também o fazem, se alimentam de sangue para formarem seus ovos. Fêmeas férteis depositam entre 150 a 200 ovos durante sua vida, que dura em média 30 dias (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2007).

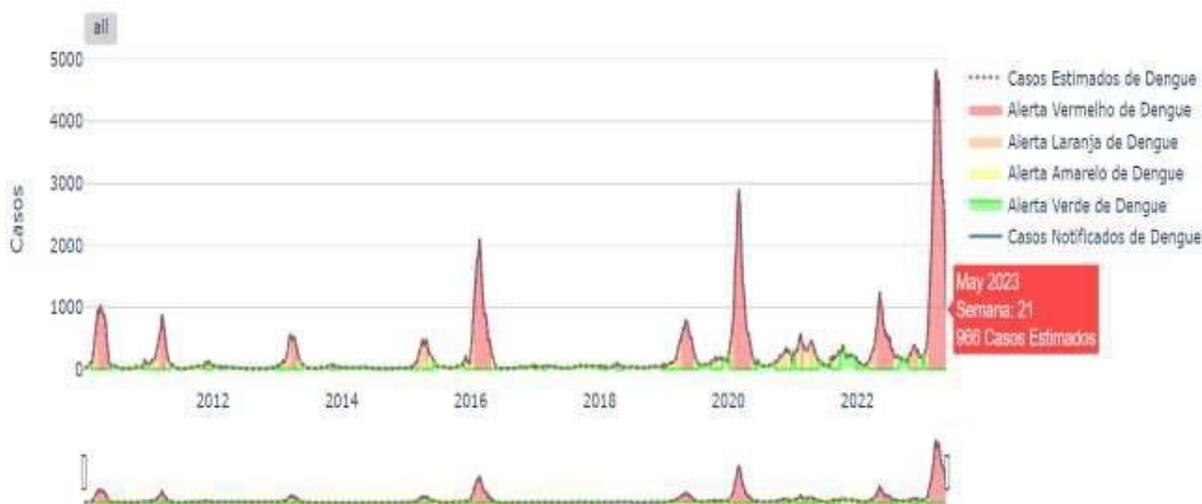
A evolução para um quadro grave, denominado de Dengue Hemorrágica, pode se dar entre o terceiro e o sétimo dia de sintomas, é precedida da cessação da febre, seguida de

agravamento de sintomas hemorrágicos como extravasamento plasmático, podendo causar hemorragias internas graves, juntamente de vômitos importantes, dor abdominal intensa, hepatomegalia dolorosa, letargia e desconforto respiratório (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Em sua análise dos casos de dengue e suas complicações no Paraná, Abdallah; Belentani, (2010) afirmaram que a maior prevalência dos casos de dengue afetou pessoas do sexo feminino na faixa dos 30 anos, que ficam mais tempo em suas residências onde o foco é maior, além de correlacionar positivamente o aumento dos casos com o aumento da pluviosidade e das temperaturas com a chegada do verão, corroborado pelo gráfico de situação de dengue entre 2010 e 2023 (gráfico 1) disponibilizado pelo site Info Dengue.

Segundo Mendonça; Souza; Dutra, (2009), compreender a dinâmica das epidemias de dengue requer a interpretação de políticas públicas e de processos históricos até a interação da ciência e tecnologia na busca de medidas realmente eficazes para a saúde pública e coletiva, e ressalta que o processo de urbanização das cidades na atualidade são contingências fundamentais para os processos epidêmico-pandêmicos ao redor do mundo.

**Gráfico 1** – Situação da Dengue em Foz do Iguaçu 2010-2023.



Fonte: FIOCRUZ, 2023.

Ao analisar esse gráfico interativo no site da FIOCRUZ, foi possível observar que de 2010 a 2023 os casos de dengue aumentaram entre os meses de janeiro a maio em quase todos os anos, o que comprova a diferença do que a literatura afirma, que o verão todo seria a época de maiores epidemias, mas na cidade de Foz do Iguaçu, é ao final do verão e durante todo o outono que aumentam os casos notificados.

Outro dado que foi possível observar com esse gráfico é o fato de ter mais que quadruplicado o número de casos entre 2010 e 2023, indicando que é preciso reforçar os cuidados com água parada e lixo a céu aberto na cidade, tendo em vista o maior número de casos em 2023 em comparação com mais de 10 anos de dados.

## METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizado a metodologia quanti-qualitativa, com base no geossistema, em que tudo está relacionado a um sistema aberto, sendo necessária a compreensão e valorização da dinâmica dos ambientes.

Com o suporte apresentado na pesquisa de Mendonça em Londrina-PR, adaptou-se o estudo para a realidade de Foz do Iguaçu. Nesse sentido, essa pesquisa surge para discutir e analisar a distribuição espacial da dengue a partir de uma perspectiva geossistêmica e compreender as relações diretas e indiretas com a temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Foz do Iguaçu entre os meses de fevereiro a maio de 2023.

A pesquisa geográfica requer a adoção de um método de investigação que possa orientar as etapas a serem seguidas, a fim de organizar e sistematizar as fases do trabalho. Para o desenvolvimento deste estudo, aplicou-se a metodologia de Libault (1971), que foi o responsável por definir os quatro níveis da pesquisa geográfica, sendo eles: o nível compilatório, o nível correlativo, o nível semântico e o nível normativo. Cada nível traz uma sequência lógica entre as etapas, articulando uma à outra. Para melhor esclarecimento dos objetivos da proposta de Libault, demonstrado no quadro 1 a seguir suas fases.

**Quadro 1** – Os quatro níveis da pesquisa geográfica.

FASES	Nível Compilatório	Nível Correlativo	Nível Semântico	Nível Formativo
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Levantamento bibliográfico;</li> <li>-Levantamento de dados da Fiocruz, INMET e Laboclima-UFPR;</li> <li>-Levantamento cartográfico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Transformação dos dados e aplicação de correlações;</li> <li>-Planejamento e Construção de gráficos e mapas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Interpretação geral dos dados e informações da correlação;</li> <li>-Detalhamento dos dados com o apoio de gráficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Discussão dos resultados encontrados e conclusões;</li> <li>-Sugestões de continuação para a pesquisa.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

O nível compilatório representa a fase de levantamento de material bibliográfico relacionado aos dados temáticos com base teórica, que identificam e caracterizam a área de estudo, as características climáticas da região e os dados epidemiológicos da dengue.

Na pesquisa bibliográfica foi priorizada a utilização de autores que desenvolveram estudos tidos como referência em pesquisa urbana, ambiental, socioambiental e epidemiológica, destacando autores como Ayoade, Monteiro, Mendonça, Santana-Neto, Abdallah e Belentani.

Na sequência, foi realizada a coleta direta de dados de temperatura e umidade usando um termo-higrômetro. As medições foram organizadas em planilhas Excel, detalhando o dia, horário, temperatura e umidade média de cada coleta. Foram registradas as coordenadas dos pontos de coleta. Também foram obtidos os dados de temperatura e umidade média da Estação de Foz do Iguaçu A846, disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Além dos dados climáticos, foram obtidos dados de casos de dengue por semana epidemiológica para sete municípios do Estado do Paraná (Foz do Iguaçu, Cascavel, Paranaíba, Guarapuava, Maringá, Londrina e Curitiba), disponíveis no site Info Dengue. Também foram utilizados os mapas de risco climático da dengue do Estado do Paraná de três semanas epidemiológicas, no início, meio e fim da coleta de dados.

As camadas vetoriais com os limites administrativos do Paraná e do Brasil foram obtidas do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Através do site da

U.S. Geological Survey, dos Estados Unidos, foi obtida uma imagem de Landsat 9 de Foz do Iguaçu, capturada em 27 de janeiro de 2023. Essa imagem foi selecionada devido à sua melhor resolução espacial, baixa cobertura de nuvens e data próxima ao início da coleta.

Após consolidar o banco de dados, seguimos à próxima fase, o nível correlativo. Foi realizada a modelagem cartográfica usando o software QGIS, um Sistema de Informação Geográfica de acesso livre e gratuito. As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram transformadas em pontos vetoriais para representar graficamente os locais onde os dados foram coletados e seus contextos espaciais. Em alguns casos, foi utilizado o mapa base do *OpenStreetMaps do Google*, disponibilizado como complemento do QGIS. Para trabalhar com a imagem do Landsat 9, foi realizada uma composição colorida combinando as bandas RGB 6-5-4, que é comumente usada para melhor visualização da vegetação. Os dados da dengue foram utilizados para representar os diferentes níveis de alerta nos sete municípios selecionados do Estado do Paraná, sendo 1 = verde, 2 = amarelo, 3 = laranja, 4 = vermelho (FIOCRUZ, 2023).

Em seguida, foram elaborados gráficos para representar os dados de temperatura e umidade coletados ao longo da pesquisa, bem como para compará-los com os dados obtidos do INMET no mesmo período de tempo. Esses gráficos foram criados usando as ferramentas das planilhas do Google. Além disso, foram criadas duas tabelas, uma para comparar os dados da coleta com os dados do INMET e outra para observar as semanas epidemiológicas, o número de casos de Dengue e nível de alerta para Foz do Iguaçu.

No nível semântico, ao analisarmos os materiais produzidos, foram interpretadas as informações coletadas e tratadas. Os dados processados foram detalhados com o apoio de

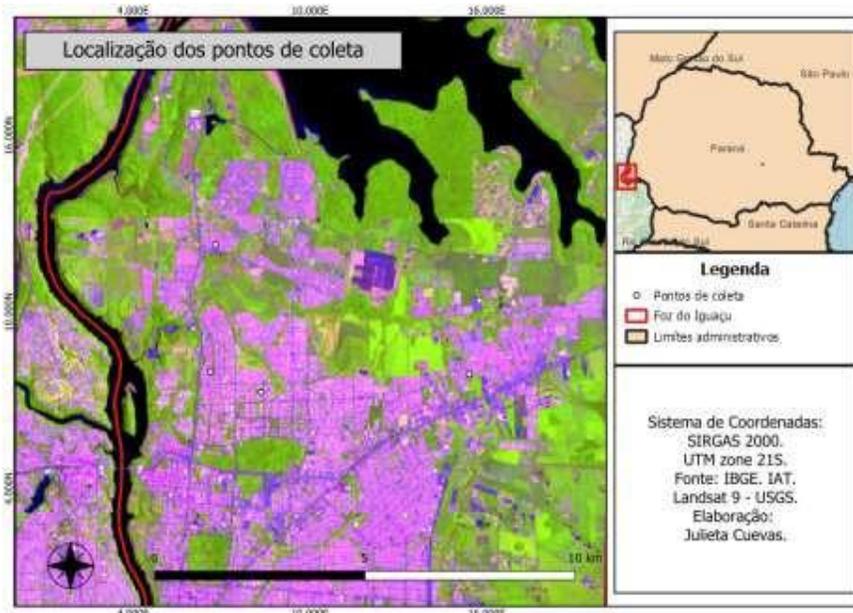
mapas, gráficos e textos. Dessa forma, o nível semântico foi tratado como a seção de resultados da pesquisa.

Por fim, no nível formativo, foram discutidos os impactos desses resultados e as conclusões possíveis, além da apresentação de sugestões para a continuação da pesquisa em Clima Urbano, tendo em vista os limites estabelecidos neste estudo.

## RESULTADOS

A princípio, a ideia era apenas fazer as medições de temperatura e umidade relativa do ar para identificar microclimas em quatro diferentes pontos da cidade: um no bairro Três Lagoas, um no bairro Petrópolis, um no bairro Pólo Universitário e outro no bairro Ipê (figura 3).

**Figura 3** – Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras.



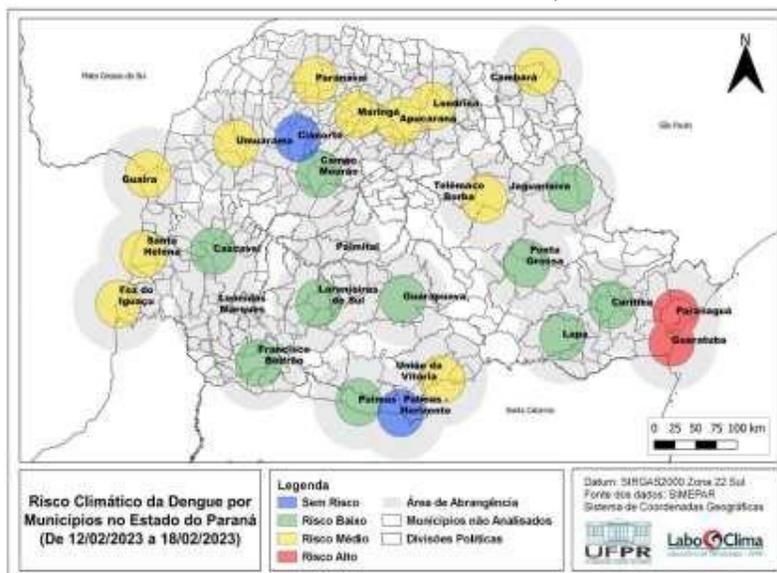
Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na mesma época em que começaram as medições, foi decretada na cidade epidemia de dengue. Como a temperatura e umidade são fatores relevantes na presença ou não do mosquito transmissor da dengue, optou-se por incluir esse fato na pesquisa, buscando melhor entender os fatores que propiciam o aparecimento de epidemias dessa natureza na região. As figuras 4, 5 e 6 apresentam mapas de risco climático da Dengue para o Estado de Paraná em seu conjunto, elaborados pelo LaboClima – UFPR (2023).

Os mapas evidenciam três semanas epidemiológicas diferentes, que correspondem ao começo, meio e fim do tempo transcorrido desta pesquisa. O risco climático da dengue

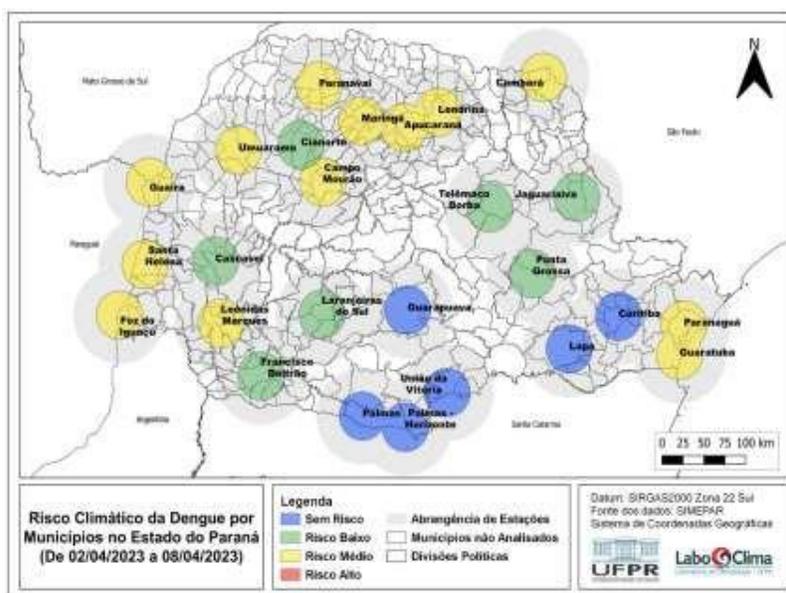
aponta “à formação de ambientes mais ou menos favoráveis à infestação do mosquito e, portanto, à maior ou menor incidência de casos da doença” (LABOCLIMA, 2023).

**Figura 4** – Mapa de risco climático da Dengue por Municípios no Estado do Paraná (De 12/02/2023 a 18/02/2023).



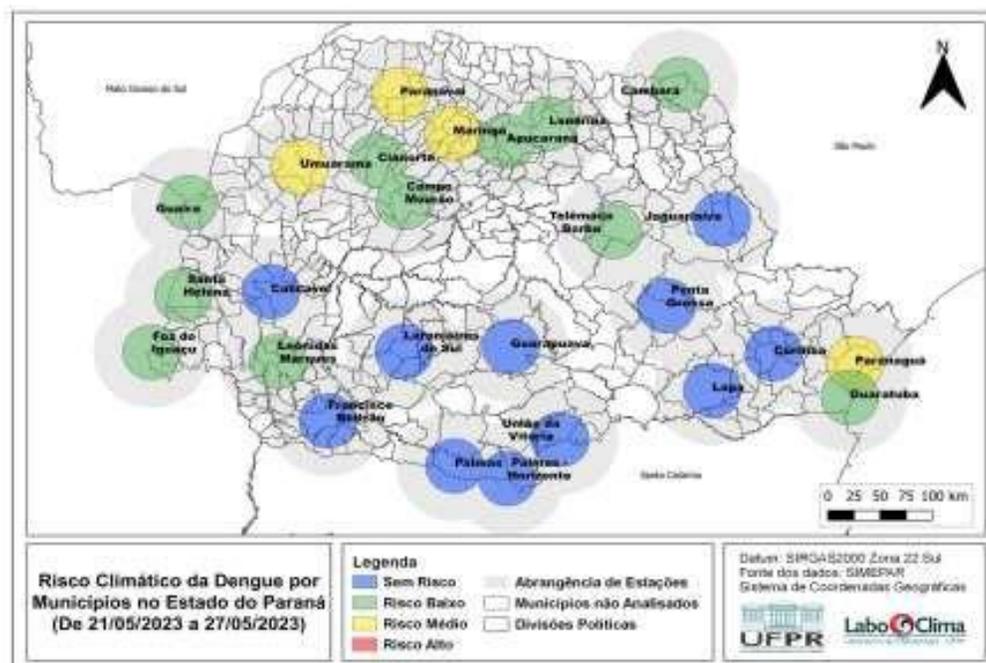
Fonte: Laboclina – UFPR, 2023.

**Figura 5** – Mapa de risco climático da Dengue por Municípios no Estado do Paraná (De 02/04/2023 a 08/04/2023).



Fonte: Laboclina – UFPR, 2023.

**Figura 6** – Mapa de risco climático da Dengue por Municípios no Estado do Paraná (De 21/05/2023 a 27/05/2023).

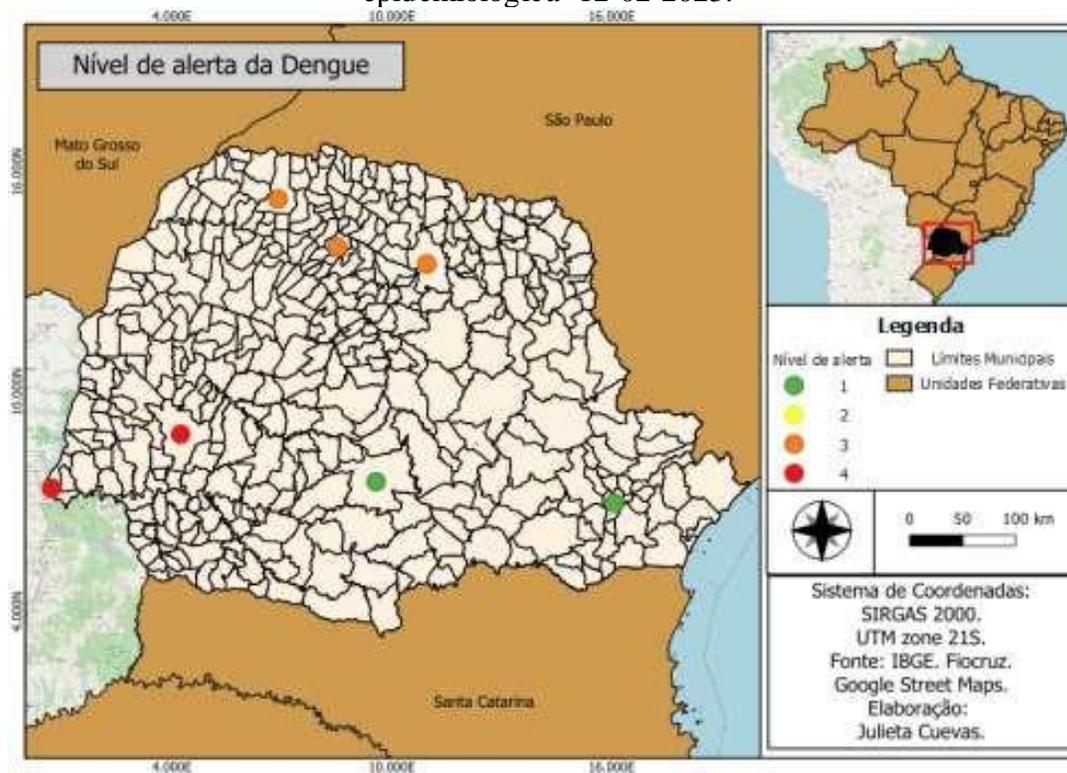


Fonte: Laboclima – UFPR, 2023.

Nos primeiros dois mapas observou-se que a cidade de Foz do Iguaçu se encontrava com risco climático da dengue médio, ou seja, as condições ambientais eram favoráveis para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, porém, sem chegar ao nível de alto risco. Já no terceiro mapa a situação do risco climático diminuiu um nível. Sendo assim, as condições ambientais desta semana epidemiológica foram menos propensas ao aumento de mosquitos transmissores da Dengue.

A partir da nossa elaboração cartográfica observou-se uma situação diferente da apresentada pelos mapas do LaboClima – UFPR (2023). Isso se deve ao fato de que os dados considerados nos mapas a seguir são exclusivamente relacionados aos casos de Dengue, e não ao ambiente mais ou menos favorável ao mosquito *Aedes aegypti*. Como foi mencionado na metodologia, realizou-se uma seleção de alguns municípios do Paraná segundo o critério de população e influência regional.

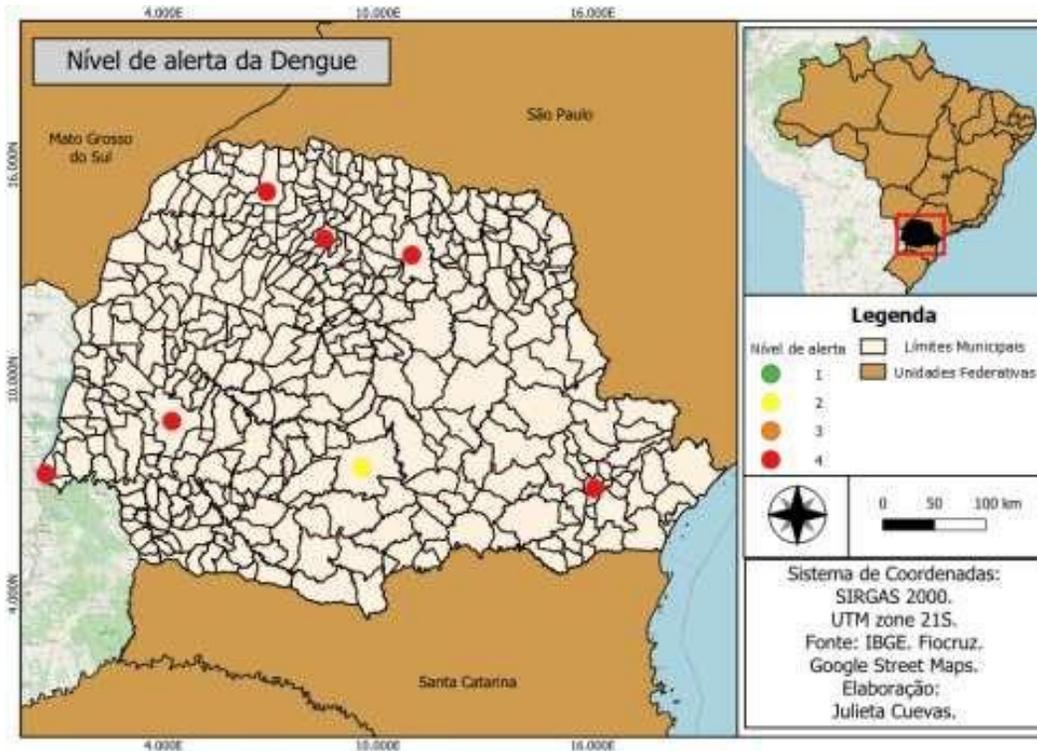
**Figura 7** – Mapa do nível de alerta da Dengue nos municípios selecionados para a semana epidemiológica 12-02-2023.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2023.

Neste mapa da semana epidemiológica 12-02-2023, que corresponde ao começo da coleta de amostras de temperatura e umidade, pôde-se identificar que o município de Foz do Iguaçu estava no quarto nível de alerta da Dengue. Este nível é correlativo da quantidade de casos da doença notificados, os quais foram 1.032 só para o município de Foz.

**Figura 8** – Mapa do nível de alerta da Dengue nos municípios selecionados para a semana epidemiológica 21-05-2023.

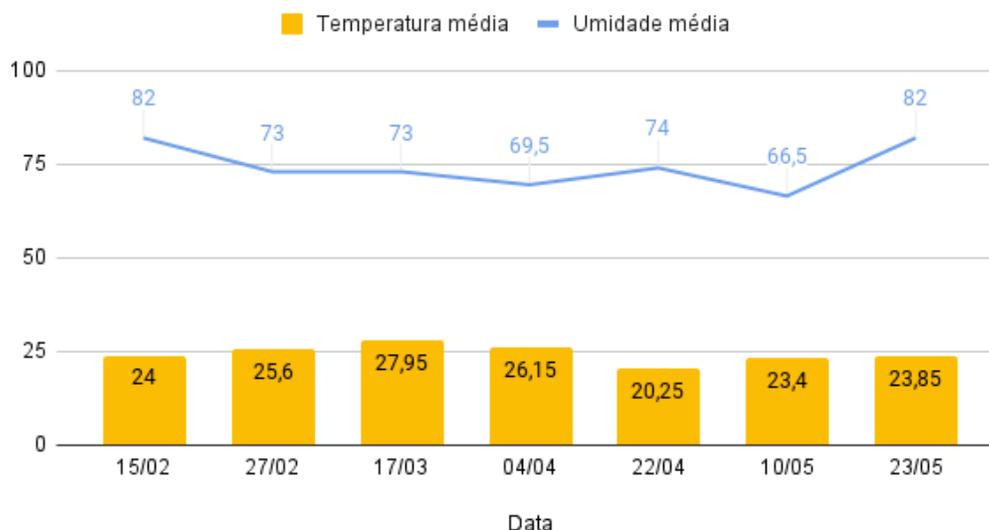


Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na figura 8, correspondente à semana epidemiológica 21-05-2023, última semana na qual levantou-se amostras com o termo-higrômetro digital. No mapa, pôde-se identificar que a situação epidemiológica no Estado do Paraná mudou nesses três meses. Observou-se que para finais de maio, seis dos sete municípios selecionados encontravam-se no nível de alerta 4 (vermelho). Foz do Iguaçu e Cascavel mantiveram-se no mesmo nível do mapa anterior.

Outros resultados obtidos foram uma série de gráficos e tabelas que apresentam a relação entre as condições climáticas e a epidemia da Dengue na cidade de Foz do Iguaçu entre os meses de fevereiro e maio de 2023.

**Gráfico 2 – Temperatura e umidade média.**  
Temperatura (°C) e Umidade média (%)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

No gráfico 2 observa-se na linha azul a umidade média e nas barras amarelas a temperatura, cada valor correspondendo a uma amostra de temperatura e umidade coletada nos diferentes locais, indicados na figura 3. O intervalo de tempo no gráfico varia entre 12 e 18 dias.

**Tabela 1 – Semanas epidemiológicas, casos e nível de alerta para Foz do Iguaçu.**

Semana epidemiológica	Nº casos	Nível de alerta
2023-02-12	1.032	4
2023-02-26	1.984	4
2023-03-12	3.454	4
2023-04-02	4.226	4
2023-04-16	3.690	4
2023-05-07	2.589	4
2023-05-21	966	4

Fonte: INFO DENGUE, 2023.

A tabela 1 traz todas as semanas epidemiológicas, do início até o final da coleta de amostras, o número de casos notificados por semana (INFO DENGUE, 2023) e nível de alerta em função do número de casos.

A semana epidemiológica que começa em 02-04-2023, em vermelho, é a que apresenta o maior número de casos notificados da Dengue. É nessa semana que também se registra a segunda maior temperatura (26,15°) e o segundo menor percentual de umidade (69,5%) no gráfico. A semana epidemiológica iniciada em 16-04-2023, em laranja, consta como a segunda semana com maior número de casos, sendo a temperatura média de 20,25° e 74% de umidade média. Finalmente, a semana de 12-03-2023 é colocada no terceiro lugar do ranking de número de casos, mostrando a maior temperatura apresentada pelo gráfico, quase 28°, e 73% de umidade. É evidente que existe uma relação direta entre o número de casos de uma semana com a temperatura e umidade da mesma, ao mesmo tempo também deve-se considerar as condições de tempo da semana imediatamente anterior. Nesse sentido, identifica-se que a semana anterior ao maior número de casos foi uma semana com temperatura mais elevada e umidade dentro da média de umidade geral.

Reafirma-se assim o que diz Abdallah e Belentani (2010), de que os casos de dengue estão positivamente relacionados com o aumento da temperatura. Por outro lado, pode-se observar que em todas as semanas o nível de alerta registrado foi máximo, enquanto as demais, com exceção da última semana de coleta de amostras, registraram um número de casos superior a 1.000.

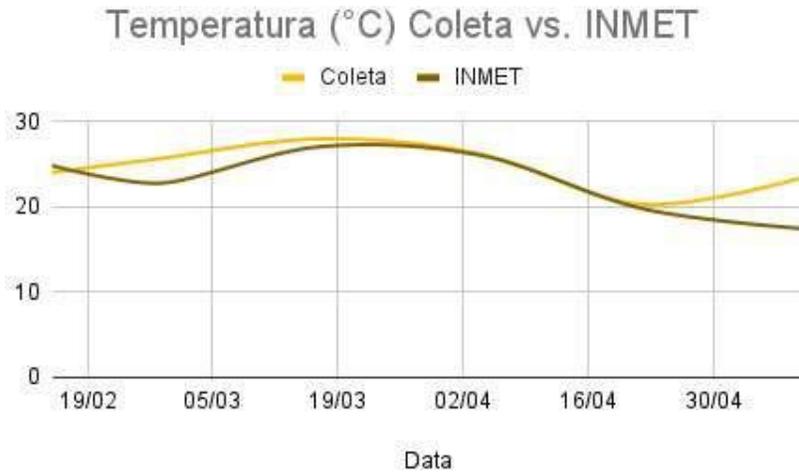
**Tabela 2** – Comparação de dados de elaboração própria e extraídos do INMET.

Data	Temperatura		Umidade	
	Coleta	INMET	Coleta	INMET
15/02	24	24,8	82	81
27/02	25,6	22,725	73	86,5
17/03	27,95	27,025	73	74,25
04/04	26,15	26	69,5	69,25
22/04	20,25	19,75	74	64,5
12/05	22,2	16,125	55,5	67,75

Fonte: Elaborado pelos autores e INMET, 2023.

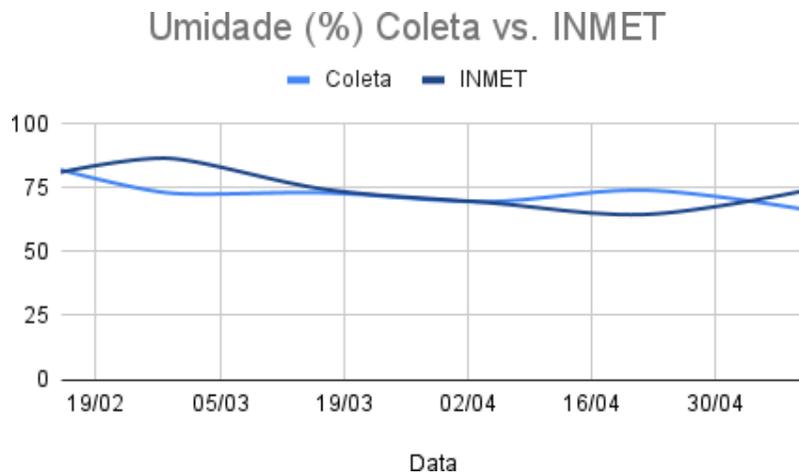
Observa-se uma certa correlação entre os dados produzidos pela equipe com os extraídos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Na figura 3 e 8 pode-se evidenciar que os nossos locais de coleta estão perto de áreas mais verdes e rios, causando um impacto nos dados e gerando uma diferença entre os dados coletados e os dados da Estação Meteorológica de Foz do Iguaçu A846.

**Gráfico 3** – Comparação de dados temperatura de elaboração própria e extraídos do INMET.



Fonte: Elaborado pelos autores e INMET, 2023.

**Gráfico 4** – Comparação de dados de umidade de elaboração própria e extraídos do INMET.



Fonte: Elaborado pelos autores e INMET, 2023.

Nos gráficos 3 e 4, pode-se observar que os dados de temperatura e umidade produzidos apresentam apenas pequenas diferenças em relação aos dados extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia. Essas semelhanças indicam que as amostras coletadas são confiáveis e consistentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo conseguiu-se discutir e analisar a distribuição espacial da dengue a partir da coleta de amostras de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Foz do Iguaçu entre os meses de fevereiro, março, abril e maio de 2023. Também correlacionar o clima com a Dengue na nossa amostragem, comprovando a possibilidade de dados empíricos com trabalhos práticos produzidos por outros pesquisadores.

A adoção do método de investigação de Libault (1971) orientou as etapas de organização e sistematização das fases da pesquisa geográfica, que compreende quatro níveis: o compilatório, o correlativo, o semântico e o normativo. O método ajuda o pesquisador a se situar em cada etapa, comprovando ser muito eficaz quando grande quantidade de dados é manipulada e analisada.

É interessante ressaltar que, embora a dinâmica das epidemias de dengue continue após a chegada do verão e o aumento das temperaturas e pluviosidade, em 2023 houve um caso excepcional, onde a epidemia se estendeu até o meio do outono, mesmo com temperaturas relativamente mais baixas e menor pluviosidade.

Como sugestão para futuras pesquisas, considera-se relevante o levantamento de dados de pluviosidade, além das variáveis aqui trabalhadas. A água parada é fundamental para a reprodução das larvas do mosquito *Aedes aegypti*, neste sentido a quantidade de chuva na cidade e sua comparação com a quantidade de casos por semana poderiam levar a conclusões mais acuradas.

## REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A. DE P; BELENTANI, L. M. Análise dos casos de dengue hemorrágica no Paraná. **Revista Uningá**, v. 28, dez. 2010.

AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1996.

FERREIRA, J. S. TEORIA E MÉTODO EM CLIMATOLOGIA. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 1, n. 5, p. 766 - 773, 2012.

FIOCRUZ. **INFO DENGUE**. Disponível em: <https://info.dengue.mat.br/services/api>. Acesso em: 28 maio. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Tabela de dados das Estações. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A846>. Acesso 03 junho. 2023.

LABOCLIMA – UFPR. **SACDENGUE – Sistema de Alerta Climático de Dengue**. Disponível em: <http://www.terra.ufpr.br/portal/laboclima/sacdengue/>. Acesso em: 28 maio. 2023.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em Questão**, Instituto de Geografia (USP), São Paulo, n. 1, 1971, p. 1-14.

MENDONÇA, F. DE A; DANNI-OLIVEIRA, I.M. Noções básicas de climatologia no Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MENDONÇA, F. DE A; SOUZA, A. V. E; DUTRA, D. DE A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, 23 nov. 2009.

MENDONÇA, F. DE A; CUNHA, F.C.A; LUIZ, G.C. Problemática socioambiental urbana. Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e pesquisa em Geografia (ANPEGE). P.331-352, V.12, N.8, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso**. 8. ed. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica, 2010.

MONTEIRO, C.A DE F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: EDUSP, 1975.

MONTEIRO, C. A DE F; MENDONÇA, F. (Org). **Clima urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015. 192 p.

SANT'ANNA NETO, J.L.Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v4, p.61-88, 2008.

SANT'ANNA NETO, J. L . **Clima e Organização do Espaço**. Boletim de Geografia, v.15, nº 01, p.:119 – 131. UEM: Maringá, 2015.

SANTOS JUNIOR, E.P DO; SCHEER, M.A.DA S; QUEIROS NETO, E; PALHARES, J.M.

Tipificação climática de Foz do Iguaçu-PR e de padrões de variação na disponibilidade de água para a cultura da soja. **Ciência Geográfica** - Bauru - XXV - Vol. XXV - (3): Janeiro/Dezembro – 2021.

SILVA, J. S; MARIANO, Z. DE F; SCOPEL, I. A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO) na perspectiva da geografia médica. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 1 jun. 2007.

U.S.G.S. **EarthExplorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 01 junho 2023.