

DINÂMICA TÉRMICA URBANA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E ATMOSFÉRICA EM NOVA IGUAÇU UTILIZANDO RPAS E ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Vitor Oliveira de Vasconcelos

Cristiane Cardoso

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

RESUMO

O aumento significativo da temperatura atmosférica nas cidades tem ocasionado grandes problemas para a população. Desse modo, este artigo se propõe a apresentar o clima iguaçuano, analisar dados meteorológicos na cidade de Nova Iguaçu e comparar o comportamento da temperatura de superfície obtidas através do uso de *Remotely Piloted Aircraft System* (RPAS) com os dados da temperatura atmosférica da estação meteorológica localizada no Instituto Multidisciplinar da UFRRJ. Para a realização desta pesquisa foram utilizados RPAS equipado com câmera térmica, dados de estação meteorológica e levantamento bibliográfico. Ao analisar os dados de temperatura de superfície apresentados pelas imagens geradas pelo RPAS, foi constatado um cenário dinâmico em relação a variação da temperatura, por outro lado houve baixa alteração na temperatura atmosférica.

Palavras-chave: RPAS; estação meteorológica; clima urbano; Nova Iguaçu (RJ).

ABSTRACT

The significant increase in atmospheric temperature in cities has caused major problems for the population. Thus, this paper aims to present the climate of Nova Iguaçu, analyze meteorological data in the city of Nova Iguaçu, and compare the behavior of surface temperature obtained through the use of *Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS) with atmospheric temperature data from the meteorological station located at the Multidisciplinary Institute of UFRRJ. To conduct this research, RPAS equipped with thermal cameras, meteorological station data, and bibliographical surveys were used. By analyzing the surface temperature data presented in the images generated by the RPAS, a dynamic scenario in relation to temperature variation was observed, while there was little change in atmospheric temperature.

Key words: RPAS; meteorological station; urban climate; Nova Iguaçu (RJ).

INTRODUÇÃO

A intensificação da urbanização global tem desencadeado uma série de desafios contemporâneos quando relacionados as consequências e impactos socioambientais, o planejamento e gestão do espaço urbano. O crescimento das cidades tem ocasionado impactos nas mais variadas escalas para a população, e o que mais tem sido debatido na atualidade estão relacionados as questões climáticas, suas manifestações e consequências. Compreender a dinâmica

climática em áreas urbanizadas, é crucial para o planejamento urbano sustentável, visando à mitigação dos impactos negativos em todos os seus elementos e manifestações (temperatura, precipitação, velocidade do vento, entre outros), e nessa seara, à promoção de ambientes urbanos mais saudáveis e resilientes. Nesse contexto, a climatologia urbana se destaca como um campo de estudo fundamental, fornecendo ferramentas e conhecimentos para a análise dos processos atmosféricos e climáticos em áreas urbanizadas (Mendonça, 2011).

Questões relacionadas ao aumento da temperatura nos espaços urbanos e ocorrência de altos índices de precipitações numa escala de tempo pequena tem se destacado nos estudos sobre o espaço urbano como uma das consequências desse crescimento urbano das cidades e da falta de uma política mais eficaz para se planejar a cidade frente as mudanças climáticas em curso.

O avanço tecnológico tem proporcionado novas ferramentas e métodos para o estudo do clima urbano, ampliando a capacidade de coleta e análise de dados. Os Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada ou em inglês *Remotely Piloted Aircraft System* – RPAS – popularmente conhecidos como *drones*, equipados com câmeras térmicas, emergem como uma tecnologia inovadora para a obtenção de imagens de alta resolução da temperatura da superfície, permitindo a identificação de áreas com maior suscetibilidade à elevadas temperaturas. E é justamente sobre o uso dos RPAS e sua aplicação num estudo de caso sobre a dinâmica térmica da temperatura no Instituto Multidisciplinar da UFRRJ localizado município de Nova Iguaçu, RJ, que este trabalho foi baseado.

O campus do Instituto Multidisciplinar está localizado no Bairro de Moquetá, próximo à área central do município de Nova Iguaçu, RJ. O município está localizado na Baixada Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, uma área considerada periférica da metrópole do Rio de Janeiro. Na sua história apresentou um processo acelerado de urbanização espontânea, isto é, crescimento sem um acompanhamento de políticas públicas que visassem um planejamento frente as questões climáticas ou mesmo de uma política habitacional eficaz (saneamento, arborização, fluxo viário, entre outros). Recentemente seu adensamento caracteriza-se por uma intensificação da verticalização principalmente em seu Centro urbano (Rodrigues, 2006; Santos, 2016). Essa dinâmica urbana, impulsionada por fatores econômicos e sociais, tem impactado significativamente a paisagem e o clima local, tornando o município um ambiente favorável ao aparecimento das ilhas de calor urbano (ICUs) e desconforto térmico, por exemplo (Menezes e Mendes, 2017). A presente pesquisa se insere nesse contexto, porém fazendo um recorte espacial que não permite a verificação da formação de ICUs mas que pode ser extrapolada para este fim, promove também um recorte analítico que pode servir aos estudos de conforto térmico a partir da comparação da dinâmica espacial da temperatura de superfície e atmosférica. Diante disso este artigo tem como objetivo comparar dados de imagens termais obtidos com Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS) com a temperatura do ar coletado na estação meteorológicas do Laboratório de Climatologia e Ensino de Geografia (ClimaEnGeo) localizada no Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

METODOLOGIA

Materiais e procedimentos

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais: RPAS DJI Mavic 2 Enterprise Advanced (M2EA): Equipado com câmera térmica radiométrica, que permite a captura de imagens térmicas de alta resolução, possibilitando a identificação de variações de temperatura na superfície. As imagens térmicas obtidas foram processadas utilizando o software DJI *Thermal Analysis Tool 3*, para se obter as temperaturas máxima, média e mínima da área selecionada. Além do RPAS também foram utilizados os dados da estação Meteorológica do Laboratório de Climatologia e Ensino de Geografia – ClimaEnGeo – IM UFRRJ (figura 1).



Figura 1 – Equipamentos: DJI Mavic 2 Enterprise Advanced (M2EA) e Estação Meteorológica (Plugstation WS2236) localizada no IM UFRRJ. Fonte: DJI, 2025; Laboratório ClimaEnGeo.

A pesquisa integrou diferentes conjuntos de dados térmicos que, embora complementares, exigem distinção clara quanto à origem, método de obtenção e finalidade. As imagens termais foram geradas por um RPAS equipado com câmera radiométrica, capaz de registrar a temperatura de superfície a partir da emissão de radiação infravermelha. Essas medições ocorreram diretamente sobre a área selecionada, permitindo a identificação de variações espaciais da temperatura em alta resolução. Paralelamente, usou-se os dados de temperatura atmosférica obtido pela estação meteorológica do IM UFRRJ. O modelo da estação é Plugstation WS2236. Esse conjunto foi complementado por dados de reanálise e de estações de referência próximas (são 04 ao total e suas localizações estão apontadas no mapa 01 deste artigo), utilizados exclusivamente para caracterizar o contexto climático mais amplo e apoiar a etapa de validação dos resultados.

A separação metodológica desses quatro grupos de dados é fundamental porque cada um apresenta um tipo distinto de análise térmica. As imagens termais captam temperatura de superfície, sensível à cobertura do solo, materiais construtivos e sombreamento. A estação meteorológica registra a temperatura do ar, que responde mais lentamente às mudanças na radiação solar e reflete condições atmosféricas de escala local. Já os dados de reanálise sintetizam informações atmosféricas produzidas por modelos numéricos globais, úteis para contextualização temporal e verificação de coerência sinótica. Por fim, as estações próximas servem como apoio comparativo para conferir robustez às medições feitas em Nova Iguaçu. Assim, cada fonte cumpre uma função específica dentro do conjunto analítico, evitando sobreposição e garantindo clareza na interpretação dos resultados.

Considerando que a termografia aérea ainda é uma técnica recente na climatologia geográfica, faz-se necessário a inclusão da ilustração do equipamento utilizado, sobretudo do RPAS e da câmera térmica. Esses registros visuais contribuem para detalhar o arranjo instrumental, esclarecer a dinâmica operacional dos voos e demonstrar o potencial da tecnologia para estudos térmicos urbanos.

Com relação aos procedimentos, estes foram divididos em três etapas principais de aquisição de dados, a saber:

Levantamento aéreo

O levantamento aéreo foi realizado com um RPAS equipado com câmeras RGB e térmica. O agendamento para atividade de campo pautou-se na previsão das condições meteorológicas tomando-se por base os dados das Estações do ClimaEnGeo – IM UFRRJ, em especial a Estação IM UFRRJ que está localizada dentro do Campus. Estas informações permitiram agendar os voos na área determinada no dia 04 de setembro 2024 ao 12:00h e as 15:29h para se capturar a média térmica da cena. A área selecionada, correspondente a 6800m² dentro do campus, possui em seu centro a estação meteorológica (IM UFRRJ). No dia do voo a atmosfera apresentava as características ideais para a realização da coleta dos dados: Céu limpo, com vento a 0,5 Km/h e temperatura média diária de 25,3°C.

O planejamento da missão de voo se deu com o *software* DJI Pilot, considerando a legislação local para voos em áreas urbanas (ANAC, 2017). Foi feita a realização de dois voos que se estruturaram na tomada de imagens termais do ponto de interesse específico (exatamente acima da estação meteorológica na posição de 100m de altitude a partir do nível do solo) e foi autorizado de acordo com o Protocolo de Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS) 429E6F03.

Dados climáticos adicionais

Foram feitas análises de previsão meteorológica com os dados fornecidos pela estação IM UFRRJ do ClimaEnGeo para assegurar a realização do campo, assim como coleta de dados de

temperatura atmosférica no horário do voo para servir de comparativo e validação dos dados termais obtidos pelo RPAS. Os horários escolhidos e o intervalo de tempo de 3h e 30 min. se justifica porque a hora do dia exerce um papel fundamental na variação da temperatura. A radiação solar que incide na superfície terrestre varia ao longo do dia, atingindo o valor máximo ao meio-dia solar (maior altitude do Sol) (Bedaque e Bretones, 2020; Barry e Chorley, 2013). Essa variação na radiação solar impacta diretamente a temperatura da superfície e do ar. A temperatura do ar atinge seu valor máximo algumas horas após o pico de radiação solar, devido ao tempo necessário para que o calor seja transferido da superfície para o ar (Wallace e Hobbs, 2006), daí então se escolheu o intervalo das 12:00h até 15:30h.

Processamento de dados

Para a obtenção de dados sobre a temperatura superficial, as imagens térmicas capturadas pelo RPAS foram submetidas a um processamento no software DJI Thermal Analysis Tool 3. Esse processo envolveu a compensação de variáveis que podem influenciar a medida da temperatura, como emissividade dos materiais (0,95), altitude de imageamento de 100m e umidade atmosférica (75%). Em seguida, utilizando as ferramentas de medição do *software*, foram extraídos os valores máximos, médios e mínimos de temperatura para cada imagem (salvas com o formato .JPG), garantindo a confiabilidade dos dados utilizados na análise.

Após a apresentação e análise sobre o clima iguaçuano e dos dados da estação meteorológica do ClimaEnGeo, a etapa final da metodologia foca na interpretação e reanálise dos dados coletados. Esta etapa considerou se o que foi processado digitalmente permitiu constatar alguma alteração no intervalo de 3 horas e 30 min. aproximadamente entre a temperatura média da superfície com os dados de temperatura atmosférica fornecida pelas estações do ClimaEnGeo IM UFRRJ.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Caracterização da cidade de Nova Iguaçu, RJ

O presente estudo foi desenvolvido no município de Nova Iguaçu, situado na Baixada Fluminense, estado do Rio de Janeiro — uma área que combina alta densidade urbana, diversos tipos de uso do solo (residencial, comercial, industrial e vegetado) e significativos trechos de cobertura impermeável (presença de asfalto). Este mosaico urbano-ambiental torna o local especialmente apropriado para a investigação das alterações das temperaturas de superfície, uma vez que favorece a formação de contrastes térmicos entre porções altamente edificadas e aquelas com vegetação ou uso menos intenso do solo. Nesse sentido, o trabalho se inspira em pesquisas anteriores conduzidas em metrópoles brasileiras, como a realizada em São Paulo, que demonstrou forte correlação entre medições de temperatura do ar e da *Land Surface Temperature* (LST), Temperatura da Superfície Terrestre ambientes urbanos heterogêneos — validando a aplicabilidade de métodos

comparativos em contextos metropolitanos brasileiros (do Nascimento *et al.*, 2022). Ao adotar uma área com tais características, esta investigação busca mapear e compreender com maior detalhe a distribuição térmica espacial e temporal, contribuindo para a formulação de estratégias de mitigação adequadas ao contexto da Baixada Fluminense.

A compreensão das dinâmicas climáticas de uma região é crucial para a análise de diversos fenômenos geográficos, socioambientais e urbanos. No caso de Nova Iguaçu, a caracterização do clima local assume particular relevância, visto que suas características influenciam diretamente no alvo desta pesquisa que trata do clima urbano. A respeito da caracterização e classificação climática, obras como Novais e Machado (2023) apontam o objetivo de espacializar as unidades climáticas em diferentes escalas (zonal, regional) usando dados de reanálise e modelagem cartográfica. A abordagem dos autores supracitados evidencia a utilidade do geoprocessamento e modelagem cartográfica para aprimorar a compreensão das condições ambientais e climáticas regionais no Brasil.

Este artigo, no entanto, se propõe a delinear os aspectos climáticos de Nova Iguaçu, com base nos trabalhos de Nimer (1972 e 1977) e Amador (1997) e nos sites Weather Spark (2025) e Climate-Data.org (2025). A escolha destes se justificam por se tratar de fontes amplamente consultadas em estudos sobre o clima da Baixada Fluminense. Os sites Weather Spark (2025) e Climate-Data.org (2025) se destacam por fornecerem uma análise detalhada e quantitativa das variáveis climáticas, com base em dados históricos e modelos numéricos. As obras de Nimer (1972 e 1977) e Amador (1997), por sua vez, representam importantes contribuições para a compreensão da dinâmica climática da região, abordando a influência de fatores geográficos, históricos e atmosféricos na configuração do clima iguaçuano. A partir dessas fontes, busca-se construir uma base sólida para a análise dos aspectos climáticos de Nova Iguaçu e suas implicações para o estudo do clima urbano.

Os sites Weather Spark (2025) e Climate-Data.org (2025), embora apresentem dados climáticos de Nova Iguaçu, utilizam metodologias distintas para a obtenção e apresentação das informações. O Weather Spark (2025) se baseia em uma análise estatística de relatórios históricos e reconstruções de modelos, combinando dados de estações meteorológicas distantes da cidade iguaçuana¹ e modelos globais da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Este utiliza uma abordagem de modelagem complexa, considerando variáveis como altitude, posição do sol e dados de satélite para gerar uma estimativa precisa das condições climáticas. Essa metodologia permite uma análise mais detalhada e abrangente das variáveis climáticas ao longo do ano, incluindo temperatura, precipitação, umidade, ventos e sensação térmica (Weather Spark, 2025).

Já o Climate-Data.org (2025) utiliza dados do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), um modelo meteorológico global de alta resolução. O site apresenta médias climatológicas de longo prazo, com base em dados coletados entre 1991 e 2021. A ênfase está na apresentação de médias mensais e anuais de temperatura e precipitação, com gráficos e tabelas que facilitam a visualização dos padrões climáticos. Esta metodologia é mais concisa, focando nos

¹ As estações meteorológicas que baseiam as informações contidas no site estão localizadas na Base Aérea do Campo dos Afonsos (SBAF) que fica distante 15 km a sudeste de Nova Iguaçu com uma mudança de altitude de -3m e no Aeroporto Bartolomeu de Gusmão (SBSC) situado a 34 km a sudoeste da referida cidade possuindo mudança de altitude de -33 m (WEATHER SPARK, 2025).

principais elementos climáticos e oferecendo uma visão geral do clima de Nova Iguaçu (CLIMATE-DATA.ORG, 2025).

Apesar das diferenças metodológicas, os sites convergem na definição e classificação do clima iguaçuano, complementando-se na apresentação das informações. Ambos utilizam a classificação de Köppen, definindo o clima de Nova Iguaçu como Aw (Tropical com Chuvas de Verão) (Silva Filho *et al.*, 2018). Essa convergência reforça a caracterização do clima da região como tropical, com verões úmidos e invernos secos. Enquanto o Weather Spark (2025) se aprofunda na análise detalhada das variáveis climáticas ao longo do ano, o Climate-Data.org (2025) fornece uma visão geral concisa e visualmente acessível dos padrões climáticos.

O site Weather Spark (2025) descreve o clima de Nova Iguaçu como tendo “variação sazonal extrema na sensação de umidade, ou seja, o mês com mais dias abafados em Nova Iguaçu é janeiro, com 29,5 dias abafados ou pior, enquanto o mês com menos dias abafados é julho, com 5,6 dias abafados ou pior”. A temperatura média anual é de 22,8°C, com máxima média de 26,1°C em fevereiro tornando-o mais quente e mínima média de 19,3°C em julho. A precipitação média anual é de 1394 mm, com pico de 234 mm em janeiro e mínima de 36 mm em agosto. O verão é caracterizado por temperaturas elevadas e alta umidade, enquanto o inverno é ameno e seco, com menor incidência de chuvas, segundo o Climate-Data.org (2025). Os dados dos sites, portanto, demonstram a influência da dinâmica atmosférica na variabilidade climática de Nova Iguaçu ao longo do ano, caracterizada por duas estações uma chuvosa (outubro a abril) e outra mais seca (maio a setembro).

As informações dos sites corroboram a classificação de Köppen como Aw, evidenciando a sazonalidade marcante do clima iguaçuano. A influência da ZCAS e da mPa na região, como apontado por Malvestio e Nery (2012) e Sant’Anna Neto (2005), contribui para a concentração de chuvas no verão e a ocorrência de frentes frias no inverno.

Em paralelo aos dados quantitativos dos sites, as obras de Nimer (1972 e 1977) e Amador (1997) contribuem para uma compreensão mais contextualizada do clima iguaçuano. Nimer (1972 e 1977), em seus estudos sobre a climatologia da Região Sudeste do Brasil, baseado principalmente no comportamento térmico para elaboração da sua classificação climática, destaca a influência da posição geográfica, maritimidade, circulação atmosférica e relevo na determinação dos tipos climáticos. O autor analisa a dinâmica das massas de ar, as frentes frias, as linhas de instabilidade e a influência da Serra do Mar na configuração do clima regional. Seus trabalhos fornecem uma base teórica robusta para a compreensão dos processos atmosféricos que influenciam o clima de Nova Iguaçu.

Amador *apud* Simões, 2011, por sua vez, aborda a influência das mudanças climáticas do passado na configuração do clima atual da Baixada Fluminense. O autor destaca o período da última glaciação, há cerca de 20.000 anos, quando a região experimentava um clima mais frio e seco, com vegetação predominante de savana. A partir do Holoceno, houve um aumento da temperatura e da pluviosidade, levando à formação da Mata Atlântica. A obra de Amador (1997) evidencia a importância da perspectiva histórica na análise do clima iguaçuano, mostrando como as mudanças climáticas do passado moldaram as características do clima atual.

As obras de Nimer (1972 e 1977) e Amador (1997) fornecem uma base conceitual para a interpretação dos dados quantitativos dos sites. Nimer (1972, p.37) destaca que “o Sudeste do Brasil

possui uma notável diversificação de clima "devido à influência de fatores como "a orografia, o vasto litoral soprado quase constantemente pelos alísios de E e NE; e sobretudo, por se tratar de um território de importantes variações de latitude e longitude". A Baixada Fluminense, por se localizar em uma área de transição entre diferentes zonas climáticas, experimenta essa diversidade em seu clima local. As altas temperaturas e a umidade elevada, características do clima tropical, são influenciadas pela proximidade com o oceano e pela intensa radiação solar.

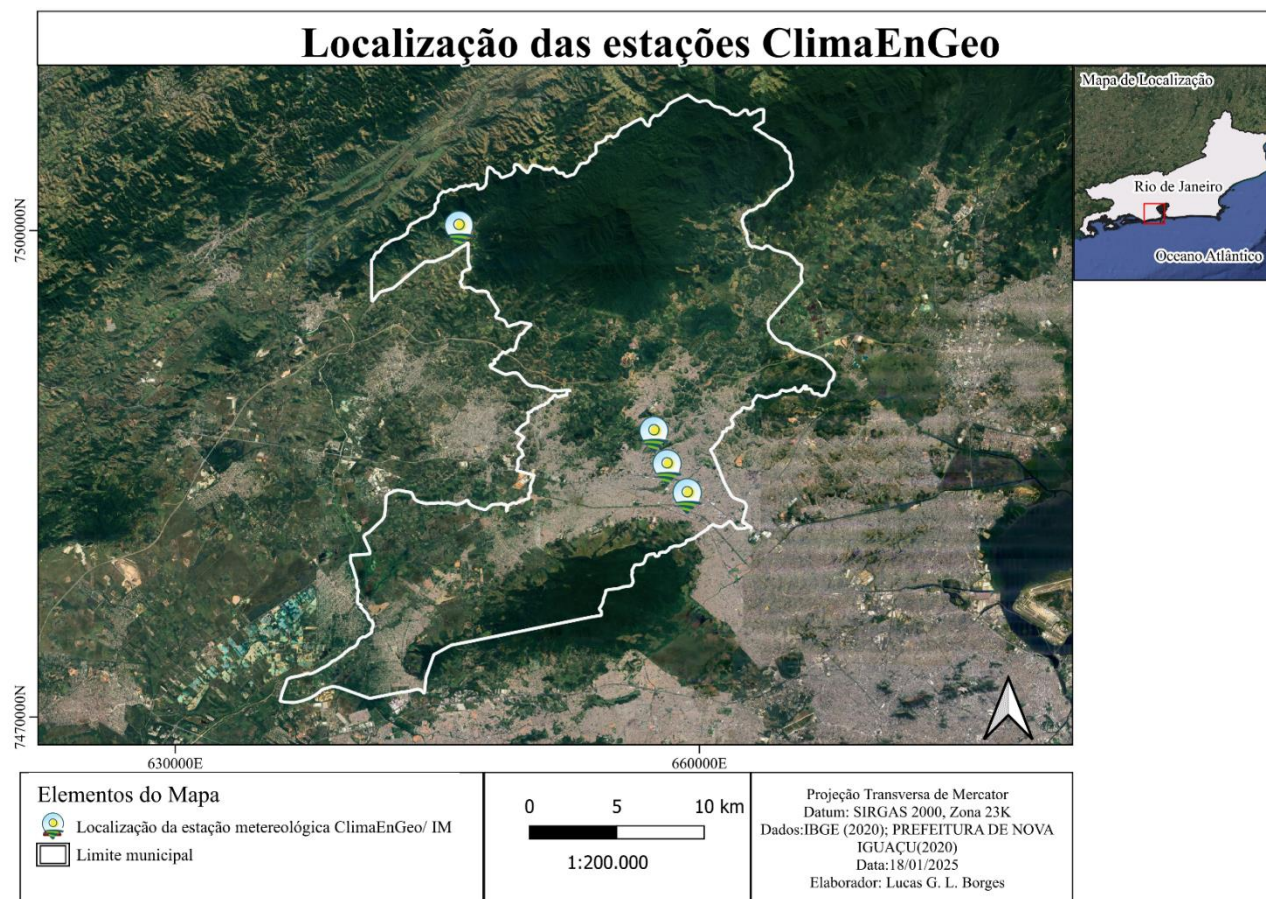
Amador *apud* Simões, 2011, p. 40 destaca que "o atual clima da Baixada Fluminense somente se consolidou a pouco mais de 8.000 anos". A mudança climática ocorrida no Holoceno, com o aumento da temperatura e da pluviosidade, contribuiu para a formação da Mata Atlântica e para a configuração do clima tropical úmido que predomina na região. A perspectiva histórica de Amador (1997) complementa a análise de Nimer (1972 e 1977), mostrando como as mudanças climáticas do passado moldaram as características do clima atual de Nova Iguaçu.

As obras e sites destacados continuam fornecendo subsídios a trabalhos recentes. Como exemplo temos a pesquisa de Ferreira (2024), publicado recentemente pela UERJ, que utiliza dados dos sites Weather Spark (2025) e Climate-Data.org (2025) para contextualizar a análise do clima iguaçuano. A dissertação, que investiga a influência das áreas verdes no conforto térmico em Nova Iguaçu, utiliza os dados dos sites para caracterizar o clima local e discutir as implicações das variáveis climáticas para o bem-estar da população. A pesquisa de Ferreira (2024) demonstra a relevância dos dados climáticos para a análise de questões urbanas e socioambientais, e a importância da utilização de fontes confiáveis e atualizadas para a obtenção de informações precisas sobre o clima de Nova Iguaçu.

Cabe, então, considerar que um maior levantamento de dados com equipamentos confiáveis corrobora com pesquisas mais amplas. O Laboratório ClimaEnGeo da UFRRJ – IM implantou quatro estações meteorológicas na cidade. Houve com isso uma ampliação do monitoramento meteorológico para um entendimento climático com informações e dados precisos sobre as condições atmosféricas locais, permitindo um acompanhamento constante das variáveis climáticas e a identificação de tendências e padrões.

A intensificação da rede de monitoramento climático, com a instalação de estações meteorológicas em pontos estratégicos da cidade conforme se observa no mapa 1 abaixo, nos bairros Centro (estação Mestre Hiram), Moquetá (estação IM UFRRJ), Ponto Chique (estação Maria Justino) e Jaceruba (estação Jaceruba – área rural, na zona de amortecimento do Parque do Tinguá), representa um avanço significativo na coleta de dados atmosféricos em Nova Iguaçu. A ampliação da rede, abrangendo diferentes zonas da cidade, permitirá um mapeamento mais preciso das variáveis climáticas, como temperatura, umidade, precipitação e ventos, em microescala.

Essa granularidade na coleta de dados será crucial para aprofundar a compreensão da dinâmica climática local, identificando áreas de maior vulnerabilidade e subsidiando a elaboração de estratégias de mitigação dos efeitos das ilhas de calor. A análise comparativa dos dados coletados nas diferentes estações permitirá, por exemplo, avaliar a influência da urbanização, da vegetação e da topografia na variabilidade do clima em diferentes pontos da cidade.



Mapa 1 – Localização das estações do ClimaEnGeo na cidade de Nova Iguaçu, RJ. Elaborado por Lucas G. L. Borges e organizado pelo autor.

A estação localizada no campus UFRRJ-IM está em operação a mais tempo que as demais (entrando em operação em 06 de agosto de 2021), e dela já é possível obter alguns dados diários, mensais e anuais que colaboram para pesquisas acadêmicas UFRRJ IM (2025). A seguir são apresentados uma sequência de gráficos que comprovam o mês mais quente e mais frio do ano em Nova Iguaçu apontados pelos sites Weather Spark e Climate-Data.org e agora pela estação IM-UFRRJ. A informação que tais meses tiveram o comportamento térmico descrito provém do gráfico 1.

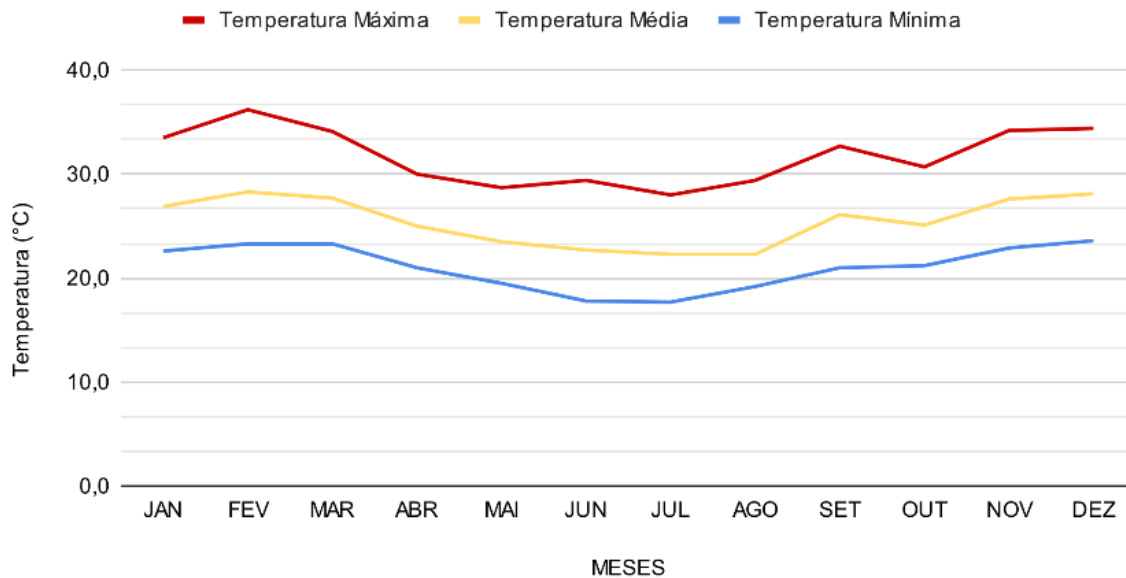
Para um maior detalhamento do comportamento das temperaturas ao longo dos meses de fevereiro e julho de 2023 temos os gráficos 2 e 3 que tratam da variação diária de máxima, média e mínima temperaturas dos meses já descritos como o mais quente e o mais frio do ano respectivamente².

Fevereiro de 2023 foi o mês mais quente e a sua temperatura média apresentou uma estabilidade considerável, com pequenas oscilações ao longo do mês. A linha que representa essa média no gráfico mantém-se predominantemente entre 28°C e 30°C. No início do período, houve uma leve queda na temperatura média, atingindo seu ponto mais baixo em torno do oitavo dia. Em

² No momento da escrita desta pesquisa os dados anuais completos de 2024 ainda não haviam sido completamente processados, sendo analisado, portanto, apenas os dados térmicos do ano de 2023.



Temperatura máxima, média e mínima mensal em 2023 da estação IM/UFRRJ, Nova Iguaçu, RJ.



Fonte: Laboratório ClimaEnGeo

Gráfico 1 – Valores de temperatura mensal em Nova Iguaçu (RJ), 2023.

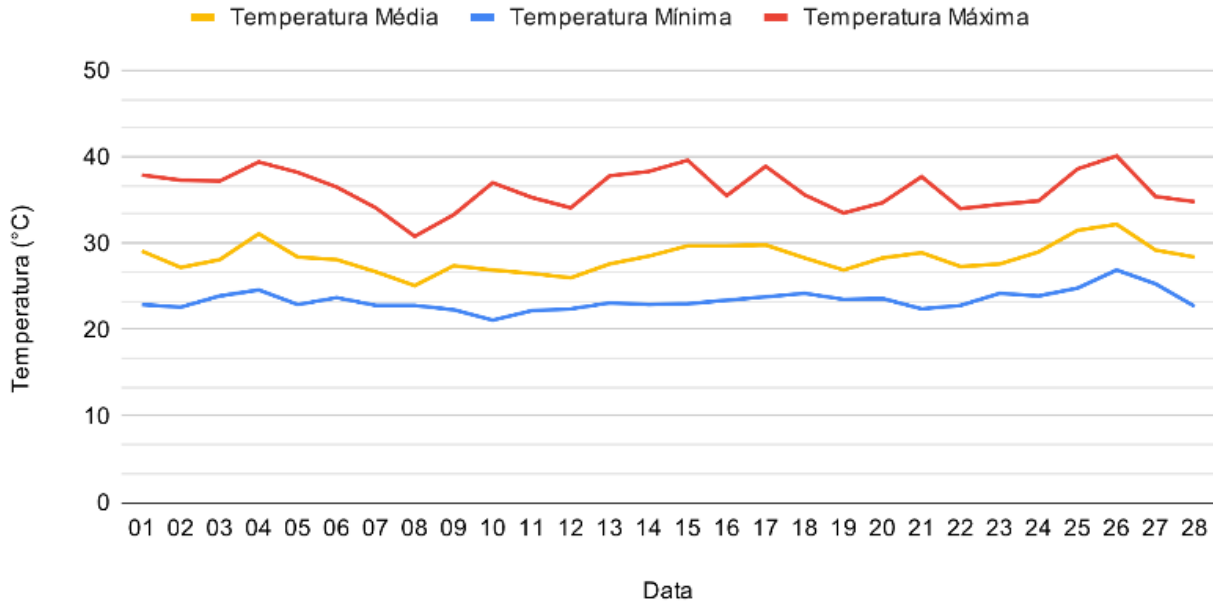
seguida, observamos uma tendência de gradual elevação até meados do mês, seguida por uma nova pequena queda no final de fevereiro. Essa oscilação, embora presente, não é expressiva, indicando uma relativa constância na temperatura média durante o período analisado. No entanto, é importante destacar que, apesar dessa constância geral, ainda ocorreram variações diárias significativas, como evidenciado pela distância entre as linhas que representam as temperaturas máxima e mínima.

Julho de 2023 foi o mês mais frio e ao analisar a curva que representa a sua temperatura média, observamos um comportamento dinâmico, com oscilações consideráveis ao longo do mês. Essa média, apresenta picos e vales, indicando variações significativas nas temperaturas médias diárias. No início do mês, a temperatura média se mostra mais elevada, com um pico evidente por volta da segunda semana. A partir desse ponto, há uma tendência de declínio, com a temperatura média atingindo seus valores mais baixos no final do mês. No entanto, essa tendência de queda não é linear, pois são observadas pequenas oscilações ao longo de todo o período.

O ano de 2023 foi marcado por um intenso *El Niño*, que resultou em temperaturas excepcionalmente altas em todo o Brasil (INMET, 2024). Essa situação climática provavelmente teve um impacto direto nas informações climáticas de Nova Iguaçu. É plausível que o *El Niño* de 2023 tenha elevado as temperaturas em Nova Iguaçu para além das médias climatológicas. Essa influência pode ter intensificado a formação de ilhas de calor na cidade, um fenômeno diretamente relacionado ao clima urbano e foco da pesquisa. Portanto, é importante considerar o contexto climático excepcional de 2023 ao analisar as informações, reconhecendo que as temperaturas registradas naquele ano podem não ser representativas das condições climáticas médias de longo prazo.



Temperatura máxima, média e mínima em Fevereiro de 2023 da estação IM/UFRRJ, Nova Iguaçu, RJ.

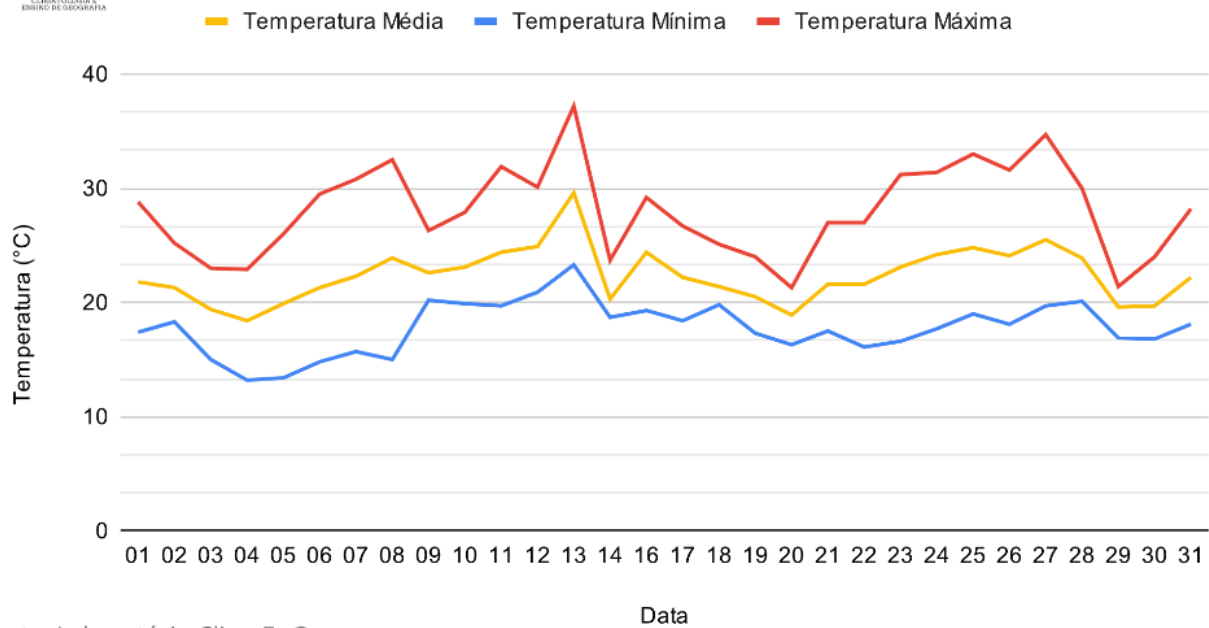


Fonte: Laboratório ClimaEnGeo

Gráfico 2 – Valores de temperatura diária em fevereiro, Nova Iguaçu (RJ), 2023.



Temperatura máxima, média e mínima em julho de 2023 da estação IM/UFRRJ, Nova Iguaçu, RJ.



Fonte: Laboratório ClimaEnGeo

Gráfico 3 – Valores de temperatura mensal em julho, Nova Iguaçu (RJ), 2023.

Cabe ressaltar que a dinâmica climática em Nova Iguaçu segue padrões da circulação global, sendo também influenciado pela entrada das massas de ar Polar Atlântica principalmente no inverno, pela localização da Zona de Convergência Intertropical e Corrente de Jato de Baixo Nível (dependendo da localização e intensidade provocam variações na temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e pressão atmosférica, modificando a característica do tempo).

ANÁLISE COMPARATIVA DA TEMPERATURA MÉDIA DE SUPERFÍCIE OBTIDA COM O RPAS COM A TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

Antes de se iniciar uma comparação entre os valores médios de temperatura de superfície obtidos no voo com RPAS e os dados de temperatura atmosférica coletados na estação IM UFRRJ do ClimaEnGeo se faz pertinente expor as razões pela qual devemos considerar tal relação. Diversos fatores justificam a necessidade de analisar essas duas variáveis em conjunto dentre elas podemos destacar a transferência de calor³, o conforto térmico e previsões climáticas.

No que se refere a transferência de calor pode-se considerar que a temperatura da superfície influencia a troca de calor entre o ambiente construído e a atmosfera (Rivero, 1986; Varejão-Silva, 2006; Gamarra, 2012). Superfícies mais quentes, como asfalto e concreto expostos ao sol, irradiam calor para o ar, contribuindo para o aumento da temperatura atmosférica local. Sobre o conforto térmico vale destacar a importância da relação entre a radiação de ondas longas emanadas dos corpos com as ondas curtas da radiação solar e, dentre outras variáveis, da temperatura do ar para se realizar o cálculo da temperatura média radiante (TMRT). Ela é calculada a partir da temperatura das superfícies ao redor do corpo humano e representa a troca de calor por radiação. A temperatura do ar, por sua vez, influencia a troca de calor por convecção. Portanto, ambas as temperaturas são importantes para determinar a sensação térmica das pessoas (Rodríguez *et al.*, 2022).

Análises climáticas para serem aplicadas dependem de modelos (Wallace e Hobbs, 2006) e estes podem ser aprimorados, especialmente em áreas urbanas, a partir do conhecimento das características térmicas dos materiais que podem ser levantados a partir de câmeras termais (Rodríguez *et al.*, 2022). Esses modelos podem auxiliar no planejamento urbano, na implementação de medidas de mitigação dos impactos climáticos urbanos e na criação de cidades mais sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas, permitindo um melhor planejamento dos momentos de crises (Mendonça, 2011).

Dentre estes três cenários trazidos como exemplo o único que não poderia ser considerado amplamente partindo dos dados da estação IM UFRRJ é o que trata do cálculo de conforto térmico por não permitir o levantamento de todas as informações necessárias para se calcular a TMRT, no caso a radiação solar por não possuir um piranômetro. A TMRT é um parâmetro fundamental para avaliar o conforto térmico em espaços urbanos, pois representa a temperatura radiante média do ambiente (Rodríguez *et al.*, 2022). Ela considera a radiação térmica de todas as superfícies ao redor de um ponto, incluindo a radiação de ondas longas (emitida por superfícies como pavimentos,

³ Calor é a transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas. O calor sempre flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. No caso apresentado significa pouca transferência de energia térmica do pavimento e do telhado para atmosfera (Rivero, 1986).

fachadas e vegetação) e a radiação de ondas curtas (proveniente da radiação solar direta e difusa) dentre outros fatores de ponderação⁴. Em outras palavras, a TMRT simplifica a complexa troca de calor por radiação que ocorre entre o corpo humano e as diversas superfícies ao seu redor, como edifícios, pavimento e vegetação.

Nesse cenário as ondas longas podem ser obtidas a partir das imagens térmicas aéreas capturadas pelo RPA (Neto e Breunig, 2019). Para a radiação de ondas curtas utiliza-se, normalmente, dados de uma estação meteorológica próxima à área de estudo para obter a irradiância solar global e difusa. A partir desses valores, calcula-se a radiação solar refletida pelas superfícies, devendo considerar também a reflectância média da superfície (albedo).

Sendo o conforto térmico uma área de estudo da climatologia urbana tão importante, obter tais dados detalhados referentes a radiação solar se tornam de fundamental importância, porém os sites aqui analisados (Weather Spark e Climate-Data.org) e as estações do ClimaEnGeo não possuem informações baseadas em piranômetro. Caso haja necessidade de se obter tais dados para a realização de estudos sobre conforto térmico em Nova Iguaçu deve-se buscar a estação da estação Seropédica-Ecológica Agrícola do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) distante 20km do centro da cidade de Nova Iguaçu⁵.

Área de estudo

O campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto Multidisciplinar (UFRRJ-IM), situado no bairro Moquetá em Nova Iguaçu (região metropolitana do RJ), configura-se como uma área de estudo singular para a investigação da temperatura de superfície e atmosférica. Inserido em um município que experimentou um rápido processo de urbanização, o campus se destaca por suas peculiaridades espaciais, que o convertem em um laboratório a céu aberto para a análise da interação entre o ambiente construído e o clima local.

A localização do campus no bairro Moquetá (ver mapa 2), em contraste com o adensamento e a verticalização do Centro de Nova Iguaçu, oferece um gradiente de urbanização que permite a comparação entre diferentes padrões de uso e cobertura do solo e seus efeitos na temperatura da superfície. Ademais, a área fica localizada a aproximadamente 2km do Centro da cidade onde se localiza outra estação do ClimaEnGeo. Estima-se que a estação IM UFRRJ esteja implantada a 10m do solo (na parte superior do prédio).

⁴ Fatores de Ponderação: Representam a influência da geometria urbana e a posição do corpo humano em relação às superfícies emissoras de radiação. Esse método assume o corpo humano como um cilindro uniforme e define fatores de ponderação para seis direções: para cima, para baixo e para as quatro direções ortogonais (Höppe, 1992).

⁵ Trata-se da Estação do INMET localizada no município de Seropédica (Região metropolitana do Rio de Janeiro). Cabe também ressaltar que são possíveis outros locais para obter os dados de radiação solar como por exemplo Google Earth Engine (GEE) que oferece acesso a uma vasta coleção de imagens de satélite de diferentes sensores, como o MODIS e o Landsat. Esses sensores captam dados sobre a temperatura da superfície terrestre, que podem ser utilizados para estimar a radiação térmica sem a coleta de dados *in situ*.



Mapa 2 – Identificação da área selecionada para sobrevoo. Elaborado por Lucas G. L. Borges e organizado pelo autor.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) oferece diretrizes gerais e recomendações para altura da instalação do sensor de temperatura e umidade relativa do ar (termohigrômetro) em uma estação meteorológica que deve ser entre 1,25 e 2,0 metros acima do terreno, mas a implementação dessas normas pode variar dependendo de diversos fatores, como o tipo de estação, a localização geográfica e os objetivos da rede de observação (OMM, 2008). Tal variação não sofre efeito para a realização desta pesquisa.

A tabela 1 apresenta os dados detalhados no momento da coleta dos dados em Nova Iguaçu sobre o campus da UFRRJ. Cabe chamar a atenção para os dados de temperatura máxima ao meio-dia e as 15:00 e 16:00h que apresentam valores de 26,5°C, 32,3°C e 33°C, respectivamente. Os dados de radiação também são expostos e representam (em respectivamente) 1265,80 KJ/m², 2546,10 KJ/m² e 2564,70 KJ/m².

Os dados da tabela 1 da estação do INMET auxiliam na análise das informações cedidas pelo relatório da IM UFRRJ (ver tabela 2) uma vez que para os mesmos instantes (12:00h, 15:00h e 16:00h) existem valores diferentes de temperatura máxima da atmosfera dos respectivos ambientes.

Produto

Tabela de Dados das Estações

tempo.inmet.gov.br

Concluir atualização

Tipo Estação

Automáticas Convençãoais

Data de Referência: 04/09/2024 - 04/09/2024
 Estação: SEROPEDICA-ECOLOGIA AGRICOLA A601
 *Dados disponíveis em tempo real (sem controle de qualidade).

Baixar CSV

Estado

Rio de Janeiro

Estação

SEROPEDICA-ECOLOGIA AGRICOLA (A601)

Data Início

04/09/2024

Data Fim

04/09/2024

Gerar Tabela

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento			Radiação	Chuva
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel. (m/s)	Dir. (°)	Raj. (m/s)	Kj/m²
04/09/2024	1200	26,5	26,5	23,6	61,0	74,0	61,0	18,5	18,8	18,0	1013,8	1013,9	1013,5	2,7	327,0	7,4	1265,80	0,0
04/09/2024	1300	28,2	28,2	26,6	56,0	61,0	55,0	18,6	18,6	17,8	1013,7	1013,9	1013,6	2,7	326,0	7,4	1865,20	0,0
04/09/2024	1400	30,3	30,7	28,0	48,0	56,0	47,0	18,2	19,0	17,6	1013,3	1013,7	1013,3	2,0	359,0	6,0	2308,70	0,0
04/09/2024	1500	32,1	32,3	30,1	41,0	48,0	41,0	17,4	18,4	16,9	1012,7	1013,3	1012,7	1,1	295,0	5,3	2546,10	0,0
04/09/2024	1600	33,0	33,0	32,1	42,0	43,0	39,0	18,3	18,6	16,9	1012,1	1012,7	1012,1	1,8	132,0	4,7	2564,70	0,0

Tabela 1 – Coleta dos dados sobre o campus da UFRRJ, localizada a cerca de 20km do município de Nova Iguaçu. Fonte: INMET, 2025.

plugfield.com.br/report/index



Relatórios

Inicial / Relatórios

Dashboard

Relatórios

Usuários

Línguas

Sair

Leituras por hora

Leituras por dia

Leituras por sensor

Leituras por sensor (agrupado)

Leituras por estações por dia

Previsão por estações

Previsão completa

Estação

0808 - IM UFRRJ

Período

04/09/2024 Até 04/09/2024

Pesquisar

Colunas

Copiar

Excel

Imprimir

Data e Hora	Temperatura Méd.	Temperatura Mín.	Temperatura Máx.	Chuva	Vento	Rajada	Direção do Vento	Direção do Vento (Graus)	Umidade
04/09/2024 12:00	30.4	30	30.7	0	1	28	L	97	59
04/09/2024 13:00	30.8	30.7	30.9	0	0.8	24	SE	150	57
04/09/2024 14:00	31	30.7	31.2	0	0.9	24	L	86	54
04/09/2024 15:00	30.9	30.7	31.2	0	2	36	L	81	56
04/09/2024 16:00	30.7	30.6	30.8	0	1	20	S	173	57

Tabela 2 – Relatório da estação IM UFRRJ no intervalo de coleta dos dados com RPAS. Fonte: PLUGFIELD, 2025.

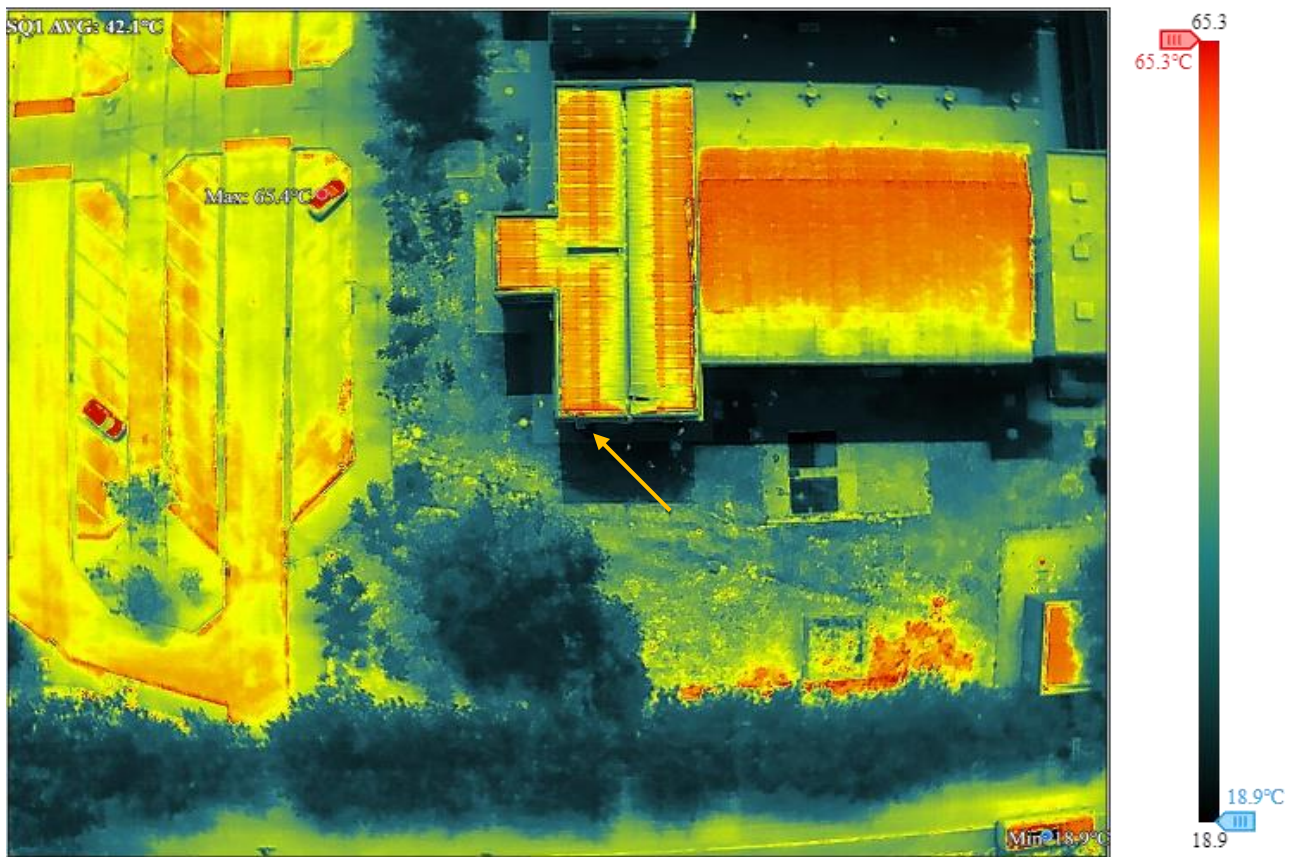
Uma rápida comparação entre os valores de temperatura máxima das duas estações revela uma diferença média de 0,76°C nos registros horários. Embora a radiação solar incidente seja um fator que influencia a temperatura do ar (Fialho, 2009), a discrepância observada é explicada principalmente pela diferença na capacidade de absorção e retenção de calor dos materiais presentes em cada estação. Piranômetros, utilizados para medir a radiação solar de ondas curtas, são projetados para captar a radiação que chega à sua superfície sensora, independentemente dos elementos ao redor (Barry e Chorley, 2013). Contudo, fatores como cobertura vegetal, topografia e umidade podem influenciar indiretamente a radiação solar global que atinge o equipamento. Por exemplo, uma área com muitos prédios altos, que absorvem e retêm mais calor devido aos materiais de construção, pode apresentar temperaturas máximas mais elevadas do que uma área com vegetação abundante, mesmo que a radiação solar incidente seja similar (Ceballos, 2000; Vieira, 2014). Portanto, a variação de temperatura entre as duas estações é resultado da interação entre a radiação solar incidente e as propriedades térmicas dos materiais presentes em cada local. No caso da estação do IM localizada no telhado do prédio temos a própria construção do prédio influenciando (material de alvenaria, telhado de amianto, área grande de estacionamento na parte inferior).

Para se realizar a comparação direta dos dados atmosféricos da estação IM UFRRJ, já apresentados anteriormente, com as temperaturas que foram obtidas no sobrevoo no campus da UFRRJ-IM se faz pertinente visualizar a figura 2 abaixo para possibilitar a descrição do ambiente que obteve a média térmica coletada e a localização da posição da estação meteorológica na cena (seta amarela)⁶.

No que se refere ao ambiente selecionado, tem-se a prevalência de basicamente três corpos que podem ser listados e analisados de acordo com os estudos da termografia: telhado, pavimento asfáltico e vegetação. A cor vermelha intensa em uma imagem térmica geralmente indica altas temperaturas, o que sugere que o pavimento e o telhado estão absorvendo grande quantidade de radiação solar e dissipando pouco calor. Isso ocorre porque a intensidade da radiação emitida por um objeto está diretamente relacionada à sua temperatura: quanto mais quente o objeto, maior a radiação infravermelha emitida, e mais vermelho ele aparecerá na imagem térmica (Menezes *et al.*, 2022).

As áreas com vegetação tendem a apresentar as temperaturas mais baixas, representadas pelas cores verde e azul. A vegetação, especialmente as áreas com sombra, tende a ter uma temperatura mais baixa devido ao processo de evapotranspiração, onde as plantas absorvem água do solo e a liberam na atmosfera na forma de vapor. Esse processo exige energia, que é retirada do ambiente, resultando em um resfriamento da superfície da vegetação (Ferreira, 2024). É importante lembrar que a análise de um termograma deve levar em consideração diversos fatores, como a emissividade do material, a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e a distância entre a câmera e o objeto.

⁶ Cabe aqui um agradecimento ao Instituto Chico Mendes (ICMBio) que gentilmente, em parceria acadêmica, cedeu funcionários (Carlos Renato Rangel Meirelles, Hélio Antiquieira Bulhões e Leonardo Martins Gomes), RPA para coleta de dados e o veículo utilizado no deslocamento na coleta de dados em diferentes horários e locais na cidade de Nova Iguaçu uma vez que este artigo é um recorte da dissertação de mestrado em geografia que está sendo desenvolvido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto Multidisciplinar (UFRRJ-IM), campus Nova Iguaçu.



2024/09/04 12:00:41

Measurements

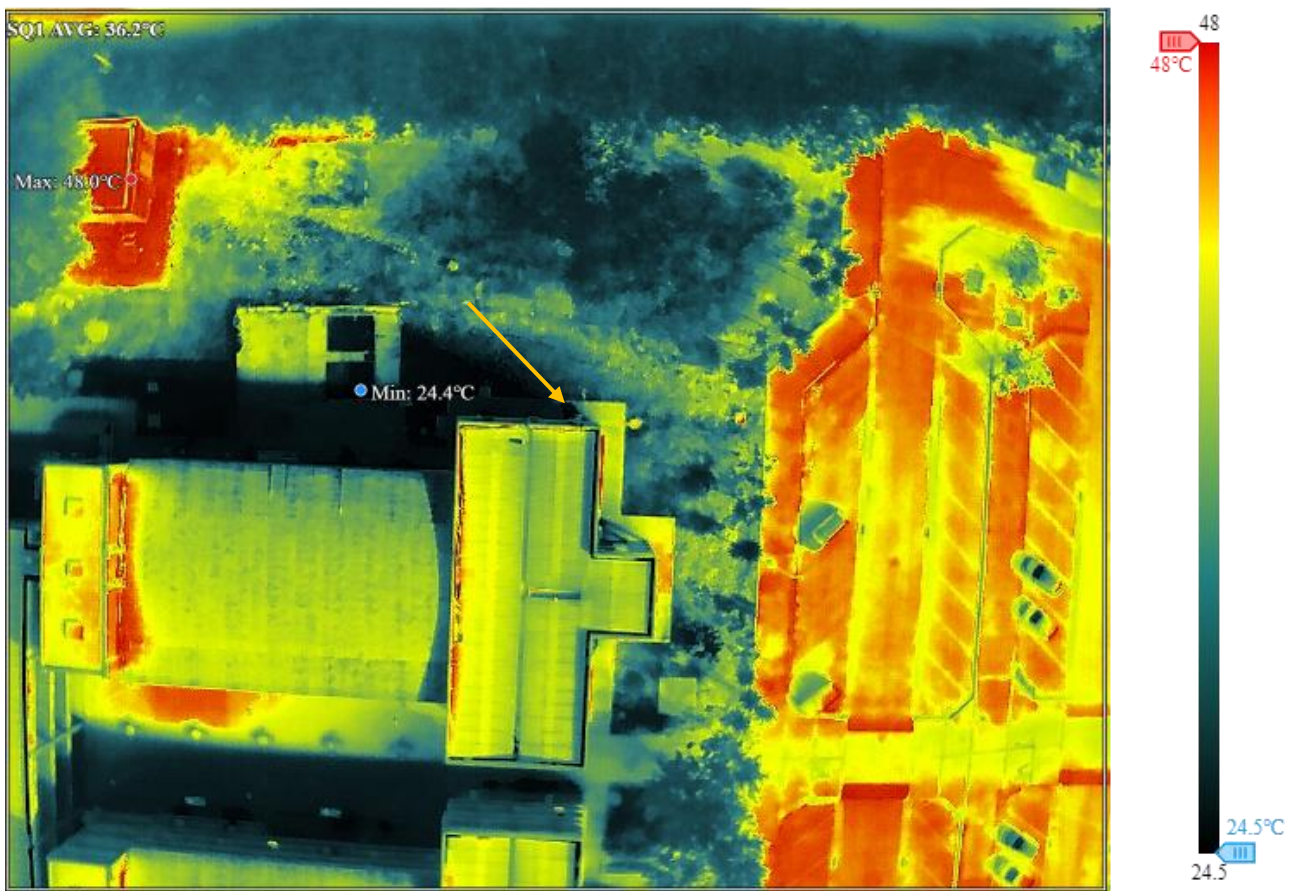
SQ1	MIN	18.9°C
	AVERAGE	42.1°C
	MAX	65.4°C

Figura 2 – Imagem termal obtida a 100m de altitude do solo, ao 12:00h. Fonte: elaborado pelo autor em parceria com o Instituto Chico Mendes (ICMBio).

Segue abaixo a segunda imagem termal (figura 3), que foi obtida 3h e 29min. após a primeira coleta de dados. A posição da câmera foi redirecionada, mas não se obteve alteração da altitude, do tamanho da área selecionada e demais parâmetros configurados para a tomada aérea.

A fim de aprofundar a análise comparativa entre as temperaturas atmosféricas e de superfície, torna-se crucial examinar os dados específicos obtidos na pesquisa. Para tanto, a tabela 3 e o gráfico 4 apresentam uma síntese das informações coletadas, incluindo as temperaturas médias da superfície registradas pelos voos do RPAS em dois horários distintos e as temperaturas atmosféricas correspondentes, fornecidas pela estação meteorológica IM UFRRJ.

A partir da análise conjunta desses dados, será possível traçar perspectivas futuras para estudos mais aprofundados.



2024/09/04 15:29:26

Measurements

SQI	MIN	24.4°C
	AVERAGE	36.2°C
	MAX	48.0°C

Figura 3 – Imagem termal obtida a 100m de altitude do solo, às 15:29h. Fonte: elaborado pelo autor em parceria com o Instituto Chico Mendes (ICMBio).

		IM UFRRJ	Voo 1: 12:00h	Voo 2: 15:29h
Data	Hora	Temp. Máx. (°C)	Average/Média (°C)	Average/Média (°C)
04/09/2024	12:00	30,7	42,1	
04/09/2024	13:00	30,9		
04/09/2024	14:00	31,2		
04/09/2024	15:00	31,2		
04/09/2024	15:30	30,8		36,2

Tabela 3 – Comparação entre as temperaturas atmosférica e média da superfície. Fonte: elaborado pelo autor. Nota: O horário da segunda coleta de dados (voo 2) ocorreu às 15:29h, portanto o horário e valor na tabela foram ajustados de acordo com as informações aproximadas fornecidas pela estação IM UFRRJ.

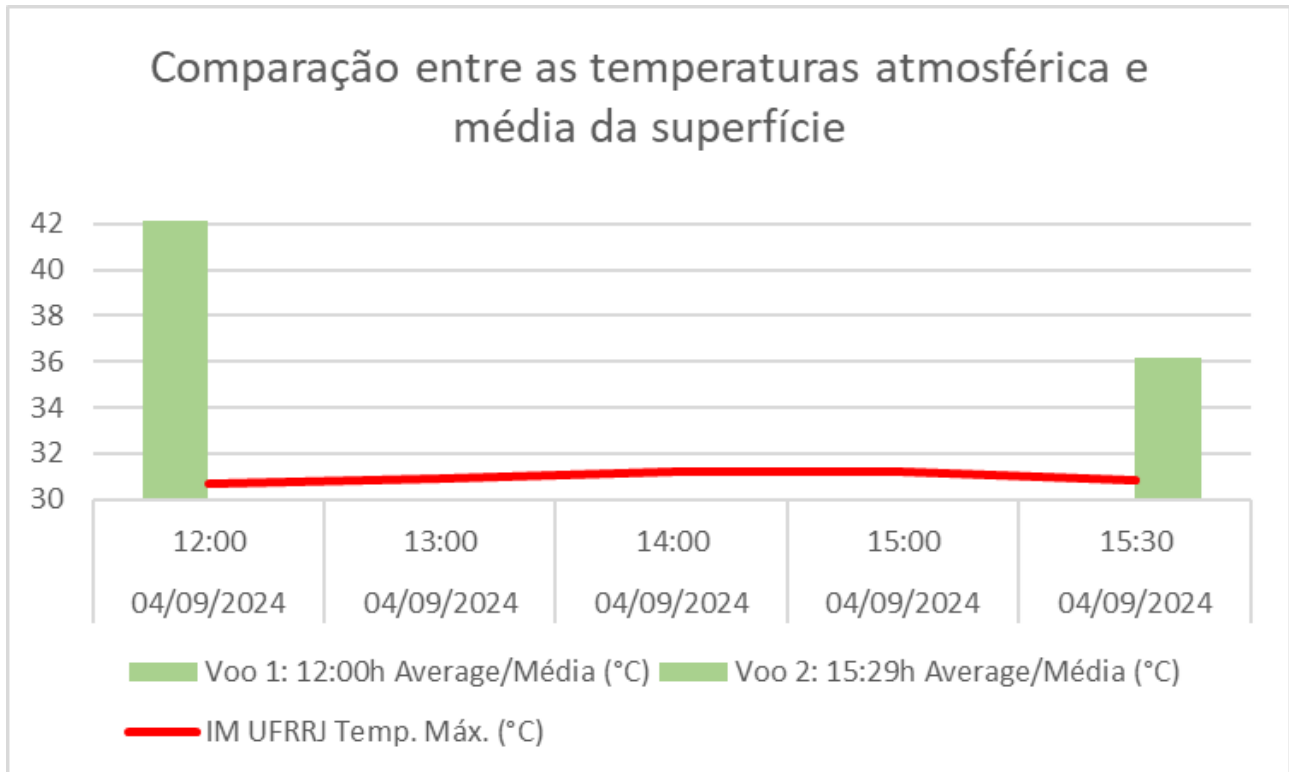


Gráfico 4 – Comparação entre as temperaturas atmosféricas e média da superfície. Fonte: elaborado pelo autor.

A análise dos dados de temperatura apresentados revela um cenário complexo e dinâmico, com baixa variação na temperatura atmosférica e significativa alteração na temperatura da superfície. As temperaturas máximas medida pela estação meteorológica da UFRRJ apresentam uma leve oscilação ao longo do período observado, atingindo o maior valor às 14h. Essa variação, embora pequena, indica a influência de fatores atmosféricos e a dinâmica da Camada Limite do Dossel Urbano (CLD) ou *Urban Canopy Boundary Layer* (UBL) que se estende desde o solo até a altura média dos telhados e é onde ocorrem as trocas de calor entre as estruturas urbanas (Gamarra, 2012). A variação máxima de 0,5°C oscilando entre ascensão de 30,7°C ao 12:00 para 31,2°C as 14:00h e 15:00h com posterior queda de 0,4°C em apenas meia hora variando de 31,2°C para 30,8°C as 15:30h deixam claro que a atmosfera não sofreu forte variação em curto tempo, mas recebeu o calor emanado pela superfície circundante.

Por outro lado, a temperatura média da superfície, obtida a partir das imagens térmicas, apresentou uma variação mais acentuada e rápida. Ao meio-dia a média térmica da superfície selecionada apresentava o valor de 42,1°C e em apenas 3h e 29 min. este valor caiu para 36,2°C demonstrando a rápida resposta da superfície à radiação solar incidente. A queda abrupta da temperatura da superfície nas horas seguintes pode ser explicada pela combinação de diversos fatores sendo a perda de calor para a atmosfera aquela que aqui é analisada, mas é possível considerar também a diminuição da intensidade da radiação solar e possível aumento da umidade relativa do ar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No momento atual vivenciamos uma crise climática bastante intensa que tem provocado inúmeras transformações socioambientais e espaciais, marcados por grandes desastres que ocasionam muitas perdas sociais, políticas, econômicas, ambientais e de vidas humanas. Esses problemas têm atingido a população de forma bastante diferenciada, onde a população com o menor poder aquisitivo está mais vulnerável e tem a menor capacidade de resiliência. Saindo dos grandes desastres e abordando a realidade dos centros urbanos, percebemos que as alterações no clima também provocam transformações no cotidiano de seus moradores, o aumento da temperatura e as precipitações localizadas são um exemplo disso. A urbanização crescente e a falta de um planejamento que vise pautar e minimizar/mitigar os efeitos das manifestações do clima no local são as causas do grande desconforto térmico (que pode levar pessoas a sobrecarregar as redes de hospitais com problemas relacionados as altas temperaturas) e em momentos de crises ligadas aos altos índices pluviométricos (ocasionado alagamentos, inundações, enchentes, deslizamentos, entre outros).

Diante disso, torna-se cada vez mais necessários estudos que possam compreender a dinâmica climática desses ambientes, visando justamente auxiliar os gestores públicos no planejamento urbano, na mitigação de seus efeitos e tomada de decisões em momentos de crises.

Cada vez mais difundida em todas as áreas o RPAS torna-se uma ferramenta importantíssima no estudo do clima urbano. Com um RPAS equipado com câmeras RGB e térmica podemos obter dados sobre a temperatura superficial dos ambientes buscando identificar áreas onde existe a formação de ilhas de calor, por exemplo.

Nesse artigo não buscamos identificar as ilhas de calor existente no Município de Nova Iguaçu, mas realizamos um sobrevoo no Campus IM UFRRJ para buscar entender a variação térmica da temperatura superficial e atmosférica. Ao analisar os dados de temperatura apresentados pelas imagens geradas pelo RPAS ao longo do dia do sobrevoo, percebemos um cenário complexo e dinâmico, houve baixa variação na temperatura atmosférica e significativa alteração na temperatura da superfície.

A evolução das temperaturas máximas atmosféricas verificadas pela estação meteorológica da UFRRJ apresentam uma leve oscilação ao longo do período observado, atingindo o maior valor às 14h. A variação máxima de 0,5°C oscilando entre ascensão de 30,7°C ao 12:00 para 31,2°C as 14:00h e 15:00h com posterior queda de 0,4°C em apenas meia hora variando de 31,2°C para 30,8°C as 15:30h deixam claro que a atmosfera não sofreu forte variação em curto tempo, mas recebeu o calor emanado pela superfície circundante. Isso comprova a influência da *Urban Canopy Boundary Layer* (UBL), que é influenciada pela proximidade do solo até o telhado, onde a estação está instalada, e é onde ocorrem as trocas de calor entre as estruturas urbanas, que permanecem ao longo do dia, conforme detalha Gamarra (2012).

No caso da temperatura média da superfície, obtida a partir das imagens térmicas, percebemos uma variação acentuada e rápida. No primeiro voo, perto do meio-dia, a temperatura da superfície apresentava o valor de 42,1°C e próximo das 15:30 caiu para 36,2°C. Essa variação demonstra uma rápida resposta da superfície à radiação solar incidente que pode estar associada a perda do

calor para a atmosfera, diminuição da intensidade da radiação solar e aumento da umidade relativa do ar como foi verificado.

O avanço da pesquisa em tela aponta para a necessidade de testes estatísticos comparativos mais refinados dos dados obtidos, e por se tratar de uma pesquisa experimental em uma metodologia recente, alguns pontos podem apresentar inconsistências, mas o avanço obtido no estágio de desenvolvimento sugere um caminho sem volta para as pesquisas climáticas.

Assim este artigo foi capaz de analisar a relação entre o comportamento dessas duas ferramentas para compreensão do clima urbano, tanto o uso do RPAS para geração de imagens térmicas e as estações meteorológicas na obtenção de temperatura atmosférica. O uso e tal relação do RPAS e a rede de estações meteorológicas se tornam assim aliados importante para a compreensão das dinâmicas climáticas das cidades contemporâneas.

Submetido em 15 de maio de 2025

Aceito para publicação em 19 de novembro de 2025

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. **Regras da ANAC para uso de drones entram em vigor**. 2017. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf. Acesso em: 24/11/2025.
- AMADOR, E. S. **Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos**. Rio de Janeiro: Edição do autor, 1997.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. Porto Alegre: Bookman, 9ª Edição, 2013.
- BEDAQUE, P.; BRETONES, P. S. O Sol está sempre a pino ao meio-dia? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e20190025, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0025>>
- CEBALLOS, J. C. Estimativa de radiação solar à superfície com céu claro: um modelo simplificado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n. 1, p. 113-122, 2000. DOI: <<https://doi.org/10.1590/0102-7786333014>>
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Nova Iguaçu (Brasil)**, 2025. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/nova-iguacu-4044/>. Acesso em: 24/11/2025.
- DJI, 2025. Disponível em: <https://www.dji.com/newsroom/news/mavic-2-enterprise-advanced>. Acesso em: 24/11/2025.
- DO NASCIMENTO, A. C. L., GALVANI, E., GOBO, J. P. A., WOLLMANN, C. A. Comparison between Air Temperature and Land Surface Temperature for the City of São Paulo, Brazil. **Atmosphere**, v. 13, n. 3, p. 491, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.3390/atmos13030491>>
- FERREIRA, R. E. M. de O. **Áreas verdes em Nova Iguaçu (RJ): A contribuição da vegetação aos espaços urbanos centrais da cidade**. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2024.
- FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa na Zona da Mata Mineira**. Tese (Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP, 2009.
- GAMARRA, N. L. R. **Análises de albedo da superfície a partir de sensoriamento remoto: contribuições para estudos sobre ilha de calor urbano**. Dissertação de mestrado. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá (MG), 2012.
- HÖPPE, P. A new procedure to determine the mean radiant temperature outdoors. **Wetter und Leben**, v. 44, p. 147-151, 1992.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil**. 2024. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>>. Acesso em: 24/11/2025.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Previsão do tempo**. 2025 Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acessado em: 24/11/2025.
- MALVESTIO, L. M.; NERY, J. T. A importância da Amazônia para o regime pluviométrico da região sudeste do Brasil. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 8, p. 786–795, 2012.

MENEZES, L. A. A.; PÓVOAS, Y. V.; VIÉGAS, D. J. A. O uso da termografia infravermelha para verificação de corrosão de armaduras em postes de concreto armado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, e27911528065, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28065>>

MENEZES, W. A.; MENDES, L. D. Heterogeneidade e dinâmicas da paisagem na interação Terra-Atmosfera no município de Nova Iguaçu (RJ) a partir da aplicação de geotecnologias livres. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.21, ano 13, p. 430-448, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.5380/abclima.v21i0.48827>>

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e resiliência socioambientais urbanos: inovações na análise geográfica. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 111-118, out. 2011. DOI: <<https://doi.org/10.5418/RA2011.0701.0010>>

NETO, R. P. M; BREUNIG, F. M. Drones nas Ciências Florestais. In: PRUDKIN, G.; BERUNIG, F. **Drones e Ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. Volume I. Santa Maria, RS: FACOS UFSM, p. 68 – 90, 2019.

NIMER, E. Clima. In: IBGE, Departamento de Geografia. **Geografia do Brasil**, vol. 3, Região Sudeste, pp. 51-89. Rio de Janeiro: Sergraf – IBGE, 1977.

NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à climatologia Dinâmica – Subsídios à Geografia Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia, Rio de Janeiro, 34 (1): 3-48, 1972.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 32, n. 19, p. 1–39, 2023. DOI: <<https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163>>

Organização Meteorológica Mundial (OMM). **Guia de instrumentos e métodos de observação meteorológica**. 7a ed. Genebra: OMM, 2008.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: Acondicionamento térmico natural**. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986.

RODRIGUES, A. O. **De Maxambomba a Nova Iguaçu (1833 – 90's): Economia e Território em Processo**. Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional. Rio de Janeiro: UFRJ-IPPUR, 2006.

RODRÍGUEZ, M. V; MELGAR, S. G.; MÁRQUEZ, J. M. A. Assessment of aerial thermography as a method of in situ measurement of radiant heat transfer in urban public Spaces. **Sustainable Cities and Society**. v. 87, p. 2 – 15, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104228>>

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista brasileira de climatologia**, v.1, n.1, p. 43 – 60, 2005. DOI: <<https://doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25232>>

SANTOS, E. L. dos. **A coexistência de processos de urbanização em Nova Iguaçu**. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Geografia, 2016.

SIMÕES, M. R. **Ambiente e Sociedade na Baixada Fluminense**. Mesquita: Editora Entorno, 2011.

SILVA FILHO, A. L.; SANTOS JUNIOR, W. M.; COSTA, V. C.; MARQUES FILHO, J. P. Classificação climática de Köppen aplicada em unidades de conservação: Estudo de caso no Parque Estadual

do Mendanha (PEM) e na Área de Proteção Ambiental Gericinó-Mendanha (APAGM). *In: Anais da IV Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro (JGEOTEC)*, 2018.

UFRRJ IM. **Inaugurada a Estação Meteorológica no Câmpus Nova Iguaçu da UFRRJ**. 2025. Disponível em: <https://www.ni.ufrrj.br/inaugurada-a-estacao-meteorologica-no-campus-nova-iguacu-da-ufrrj/>. Acesso em: 24/11/2025.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2. Disponível em: <https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf> Recife, Pernambuco, Brasil, 2006. Acesso em: 24/11/2025.

VIEIRA, R. G.; SANTIAGO; G. L.; VARELLA, F.; VALE, M. Medição de radiação solar global utilizando sensor LDR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 862-868, 2014.

WALLACE, J. M.; HOBBS, P. V. **Atmospheric science: an introductory survey**. 2 ed. Burlington, MA: Elsevier, 2006.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Nova Iguaçu no ano todo**, 2025. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/y/30570/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Nova-Igua%C3%A7u-Rio-de-Janeiro-Brasil-durante-o-ano#google_vignette. Acesso em: 24/11/2025.