

# O PARQUE DAS TIMBAÚBAS COMO ESTRATÉGIA DE INFRAESTRUTURA VERDE: CONFORTO AMBIENTAL E CONTRIBUIÇÃO PARA A CIDADE ESPONJA EM JUAZEIRO DO NORTE – CE

Timbaúbas Park as a Green Infrastructure Strategy: Environmental Comfort and Contribution to the Sponge City in Juazeiro do Norte – CE

Parque Timbaúbas como Estrategia de Infraestructura Verde: Confort Ambiental y Contribución a la Ciudad Esponja en Juazeiro do Norte – CE

DOI 10.55028/geop.v19i37.23711

Antônio Soares Barros\*  
Yonar Cavalcante da Silva\*\*  
Hellen Betsaida Andrade\*\*\*

**Resumo:** O presente artigo discute o papel do Parque das Timbaúbas, localizado em Juazeiro do Norte – CE, como um importante elemento de infraestrutura verde urbana. A análise concentra-se em dois aspectos centrais: o conforto ambiental proporcionado pela presença da vegetação nativa e dos recursos naturais do parque, que contribuem para a mitigação das ilhas de calor e a promoção do bem-estar da população local; e a sua relevância para a estratégia de cidade esponja, que visa a melhoria da capacidade urbana de infiltração, armazenamento e controle das águas pluviais, fundamental para o enfrentamento de eventos extremos de precipitação, cada vez mais frequentes devido às mudanças climáticas. Por meio de revisão bibliográfica criteriosa e análise de dados ambientais secundários, incluindo informações hidrológicas e térmicas disponíveis, argumenta-se que o Parque das Timbaúbas exerce uma função ecológica e hidrológica estratégica para a sustentabilidade urbana em uma cidade situada no semiárido brasileiro. Além disso, discute-se o potencial do parque em promover a resiliência urbana frente às vulnerabilidades ambientais locais, destacando sua importância para a conservação da biodiversidade, a melhoria da qualidade do ar e a regulação microclimática. O estudo contribui para ampliar a compreensão sobre a integração de áreas verdes urbanas em políticas públicas e planejamento urbano sustentável, ressaltando a necessidade de valorizar e preservar tais espaços para garantir a qualidade de vida das populações em regiões áridas e semiáridas.

## 1. Introdução

O crescimento desordenado dos centros urbanos tem provocado profundas alterações nos ecossistemas locais, comprometendo a qualidade ambiental e a qualidade de vida das populações. Segundo Monteiro (2015), a urbanização acelerada, aliada à carência de planejamento urbano, tem causado o desequilíbrio entre as áreas construídas e os espaços naturais.

Nas regiões semiáridas do Brasil, como o Cariri cearense, esse desequilíbrio é agravado pela escassez hídrica e pelas altas temperaturas. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC,

\* Mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável na Universidade Federal do Cariri - UFCA, Campos Crato. E-mail: antonio.soares@aluno.ufca.edu.br.

\*\* Graduada em bacharelado tecnólogo construção civil na Universidade Regional do Cariri - URCA, Campos Juazeiro do Norte. E-mail: yonar.cavalcante@urca.br.

\*\*\* Especialista em Energias Renováveis no Instituto CENTEC-Fatec Cariri, Campos Juazeiro do Norte. E-mail: hellen.andrade@centec.org.br.

**Palavras-chave:** Parque urbano; Cidade esponja; Infraestrutura verde; Sustentabilidade; Semiárido.

**Abstract:** This article discusses the role of Parque das Timbaúbas, located in Juazeiro do Norte – CE, as a key element of urban green infrastructure. The analysis focuses on two main aspects: the environmental comfort provided by the presence of native vegetation and natural resources within the park, which help mitigate urban heat islands and promote the well-being of the local population; and its relevance to the sponge city strategy, which aims to enhance the urban capacity for rainwater infiltration, storage, and control—essential for addressing increasingly frequent extreme precipitation events due to climate change. Through a thorough literature review and analysis of secondary environmental data, including available hydrological and thermal information, it is argued that Parque das Timbaúbas plays a strategic ecological and hydrological role in supporting urban sustainability in a city located in Brazil's semi-arid region. Furthermore, the article explores the park's potential to foster urban resilience in the face of local environmental vulnerabilities, highlighting its importance for biodiversity conservation, air quality improvement, and microclimatic regulation. The study contributes to a broader understanding of how urban green spaces can be integrated into public policies and sustainable urban planning, emphasizing the need to value and preserve such areas to ensure quality of life in arid and semi-arid regions.

**Keywords:** Urban park; Sponge city; Green infrastructure; Sustainability.

**Resumen:** El presente artículo analiza el papel del Parque das Timbaúbas, ubicado en Juazeiro do Norte – CE, como un elemento clave de la infraestructura verde urbana. El análisis se centra en dos aspectos principales: el confort ambiental proporcionado por la presencia de vegetación nativa y recursos naturales dentro del parque, que contribuyen a mitigar las islas de calor urbanas y a promover el bienestar de la población local; y su relevancia dentro de la estrategia de ciudad esponja, que busca mejorar la capacidad urbana de infiltración, almacenamiento y control de las aguas pluviales, aspecto fundamental para enfrentar eventos extremos de precipitación, cada vez más frecuentes debido al cambio climático. A través de una revisión bibliográfica rigurosa y del análisis de datos ambientales secundarios, incluyendo información hidrológica y térmica disponible, se argumenta que el Parque das Timbaúbas cumple una función ecológica e hidrológica estratégica para la sostenibilidad urbana en una ciudad situada en el semiárido brasileño. Además, se discute el potencial del parque para promover la resiliencia urbana ante las vulnerabilidades ambientales locales, destacando su importancia para la conservación de la biodiversidad, la mejora de la calidad del aire y la regulación microclimática. El estudio contribuye a ampliar la comprensión sobre la integración de espacios verdes urbanos en las políticas públicas y en la planificación urbana sostenible, resaltando la necesidad de valorar y preservar estos espacios para garantizar la calidad de vida en regiones áridas y semiáridas.

**Palabras clave:** Parque urbano; Ciudad esponja; Infraestrutura verde; Sostenibilidad.

2021) aponta que as cidades do semiárido serão particularmente afetadas pelas mudanças climáticas, tornando urgente a adoção de soluções baseadas na natureza.

O conceito de infraestrutura verde surge como alternativa promissora nesse cenário, pois propõe integrar elementos naturais ao planejamento urbano para oferecer serviços ecossistêmicos essenciais (Benedict; McMahon, 2006). Parques urbanos, áreas de vegetação e corpos d'água são exemplos de infraestruturas verdes com potencial para mitigar os efeitos da urbanização desordenada.

Entre os diversos parques urbanos do Ceará, destaca-se o Parque das Timbaúbas, localizado em Juazeiro do Norte. Este parque representa uma das principais áreas verdes da cidade e tem papel relevante na regulação do microclima, na drenagem urbana e no lazer da população local (Silva *et al.*, 2022).

As áreas verdes urbanas desempenham um papel fundamental na melhoria da qualidade ambiental das cidades, promovendo benefícios diretos ao conforto térmico, à biodiversidade e à gestão sustentável das águas pluviais. Em regiões semiáridas, como Juazeiro do Norte, onde as altas temperaturas e a escassez hídrica são recorrentes, a preservação e ampliação desses espaços tornam-se ainda mais essenciais para mitigar os impactos ambientais adversos. O Parque das Timbaúbas destaca-se como uma importante infraes-



trutura verde na cidade, contribuindo para a moderação do clima local e para a funcionalidade do modelo conhecido como “cidade esponja”, que busca integrar o manejo natural das águas à paisagem urbana.

O conceito de cidade esponja, proposto por Yu (2014), refere-se a um modelo urbano resiliente, no qual as cidades são capazes de absorver, armazenar e reutilizar a água da chuva, diminuindo os impactos de eventos climáticos extremos, como inundações e secas. Esse modelo propõe a substituição de superfícies impermeáveis por soluções baseadas na natureza, como parques urbanos, jardins de chuva, telhados verdes e pavimentos permeáveis, promovendo maior equilíbrio no ciclo hidrológico urbano.

Segundo Chan *et al.* (2018), a implementação da cidade esponja requer o redesenho da infraestrutura urbana para favorecer a infiltração e retenção da água no solo, reduzindo a sobrecarga nos sistemas convencionais de drenagem. Em regiões semiáridas, essa abordagem é especialmente relevante, pois alia o aumento da resiliência climática à melhoria do conforto ambiental. No Brasil, experiências ainda incipientes mostram o potencial do conceito em cidades de médio porte (Silva *et al.*, 2021; Lima, 2021).

O conforto ambiental proporcionado por espaços verdes é um dos aspectos mais valorizados pelos moradores urbanos. Pesquisas demonstram que a presença de vegetação densa e sombreamento em parques pode reduzir a temperatura ambiente em até 4 °C, em comparação com regiões asfaltadas (Lima; Oliveira, 2019).

Além do conforto térmico, parques como o das Timbaúbas atuam como solução para o controle da drenagem urbana, sobretudo em regiões suscetíveis a alagamentos. A aplicação do conceito de cidade esponja fundamenta a integração dessas áreas à gestão hídrica, promovendo múltiplos benefícios ambientais e sociais.

Para alcançar os objetivos propostos, este estudo adota uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada na revisão bibliográfica e levantamento de dados secundários. A investigação contempla fontes acadêmicas e institucionais, com foco na caracterização ambiental e urbana do Parque das Timbaúbas, em Juazeiro do Norte (CE). A metodologia busca compreender o papel do parque como infraestrutura verde e sua contribuição para a sustentabilidade urbana e adaptação climática, com base nos conceitos de cidade esponja, conforto ambiental e soluções baseadas na natureza.

Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar o Parque das Timbaúbas sob duas perspectivas principais: seu papel no conforto ambiental urbano e sua contribuição para a resiliência hídrica de Juazeiro do Norte, com base no modelo de cidade esponja.

## 2. Referencial Teórico

A infraestrutura verde é entendida como uma rede planejada de recursos naturais e seminaturais, integrada ao espaço urbano para oferecer benefícios ecológicos, sociais e econômicos (Benedict; McMahon, 2006). Esse conceito propõe soluções sustentáveis articuladas ao desenvolvimento das cidades, promovendo múltiplos ganhos para o meio ambiente e a população.

De fato, Tzoulas *et al.* (2007) afirmam que a infraestrutura verde atua na regulação do clima local, na gestão eficiente da água da chuva, na conservação da biodiversidade, além de proporcionar benefícios sociais que melhoram a saúde pública e a qualidade de vida urbana.

Conforme Tanaka *et al.* (2020), a infraestrutura verde atua na redução da impermeabilização urbana, melhora a qualidade do ar, promove conforto térmico e contribui para a retenção e infiltração da água pluvial – favorecendo a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas.

Estudos apontam que a vegetação urbana pode reduzir a temperatura do ar em até 3 °C, o que atenua o efeito das ilhas de calor e melhora significativamente o conforto térmico, especialmente em regiões com climas mais quentes (Bowler *et al.*, 2010).

Já Andrade e Magalhães (2018) destacam que a vegetação urbana reduz temperatura ambiente, aumenta a umidade relativa e valoriza a paisagem, impactando positivamente o conforto ambiental. Estudos em ambientes áridos reforçam que áreas verdes atenuam as ilhas de calor e incentivam o uso de espaços públicos em zonas externas (Oliveira *et al.*, 2019).

No contexto do semiárido brasileiro, Lima, Nóbrega e Oliveira (2020) ressaltam que a presença de árvores e solos permeáveis atua como um sistema natural que absorve e infiltra a água da chuva, promovendo conforto térmico e reduzindo riscos de enchentes.

No semiárido brasileiro, a vegetação urbana torna-se essencial para o conforto térmico. A presença de árvores e solos permeáveis atua como um sistema natural que absorve e infiltra a água da chuva, reduzindo riscos de enchentes (Fletcher *et al.*, 2015). O modelo de cidade esponja (Yu, 2014) propõe justamente uma abordagem urbana onde a água da chuva é absorvida, armazenada e reutilizada – soluções como jardins de chuva, telhados verdes e parques permeáveis são fundamentais nesse contexto (Chan *et al.*, 2018).

Li, Li e Xu (2017) destacam que o conceito de “cidade esponja” é fundamental para aumentar a permeabilidade dos solos urbanos e a capacidade de retenção da

água, minimizando riscos de enchentes e promovendo a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas.

No contexto do semiárido, Oliveira *et al.* (2019) destacam que as áreas verdes são fundamentais para o conforto urbano, pois mitigam os efeitos das ilhas de calor e favorecem a permanência da população em espaços abertos.

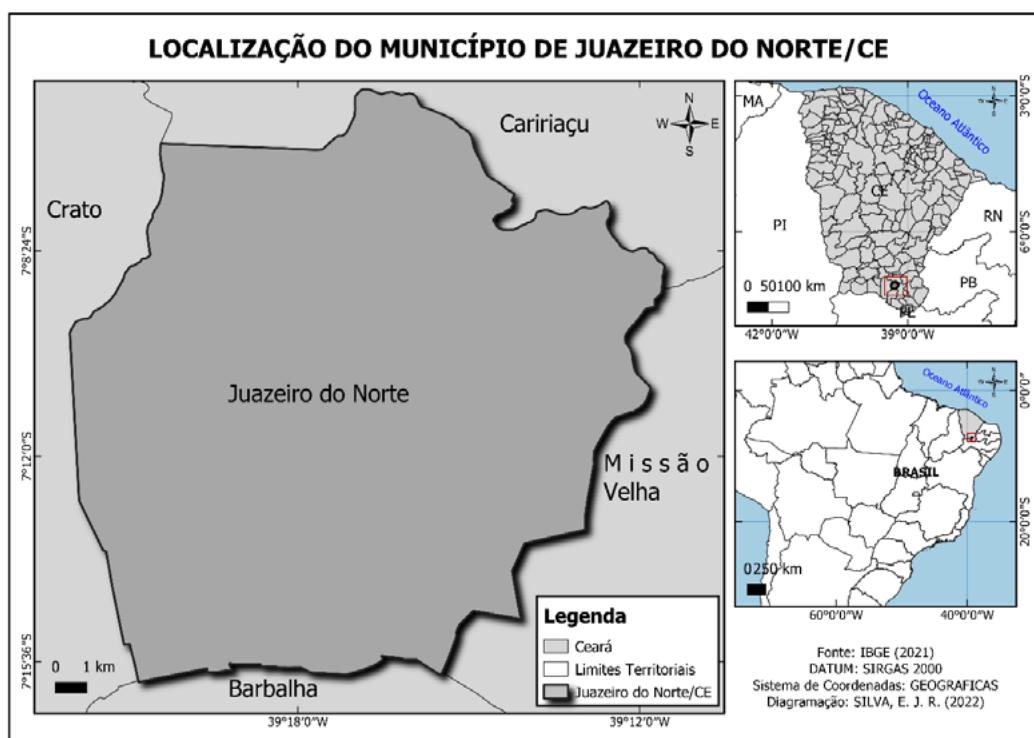
No Brasil, estudos como Silva *et al.* (2021) evidenciam que parques urbanos aumentam a resiliência climática em cidades de médio porte, especialmente aquelas com infraestrutura de drenagem limitada. Em Pau dos Ferros (RN), Souza *et al.* (2022) identificaram que áreas públicas bem arborizadas reduzem significativamente a temperatura e elevam o conforto térmico local. Em Londrina (PR), Olak *et al.* (2020) demonstraram que corredores ecológicos conectando parques e corpos hídricos favorecem o equilíbrio hidrológico e promovem infiltração em microbacias urbanas.

Em Londrina (PR), Olak *et al.* (2020) demonstraram que corredores ecológicos conectando parques e corpos hídricos favorecem o equilíbrio hidrológico e promovem infiltração em microbacias urbanas. Gómez-Baggethun e Barton (2013) reforçam que corredores ecológicos urbanos mantêm os ciclos naturais dos ecossistemas, facilitando a infiltração da água da chuva e contribuindo para a sustentabilidade das microbacias.

A Fiocruz no Ceará implantou infraestrutura verde adaptada ao clima semiárido, reduzindo escoamento superficial e promovendo retenção de água com baixíssimo custo (Lima, 2021). Além disso, na cidade de Aracaju (SE), projetos de gestão urbana da água, incluindo zonas úmidas construídas e infiltração controlada, têm sido planejados como parte da integração de infraestrutura verde e gestão hídrica (programa do governo local apoiado por financiamentos internacionais).

### 3. Metodologia

A área de estudo fica no município de Juazeiro do Norte que está localizado na região do Cariri, no sul do estado do Ceará, inserido no semiárido nordestino, Figura 1. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de aproximadamente 280 mil habitantes e desempenha um papel central na dinâmica socioeconômica da Região Metropolitana do Cariri, destacando-se como polo regional em áreas como comércio, serviços, educação e saúde. O município apresenta clima quente e seco, com precipitações concentradas entre os meses de janeiro e maio, e relevo predominantemente plano, cortado por rios intermitentes e áreas de vegetação nativa em processo de redução progressiva devido à urbanização acelerada (IBGE, 2024).

**Figura 1:** Localização do município de Juazeiro do Norte

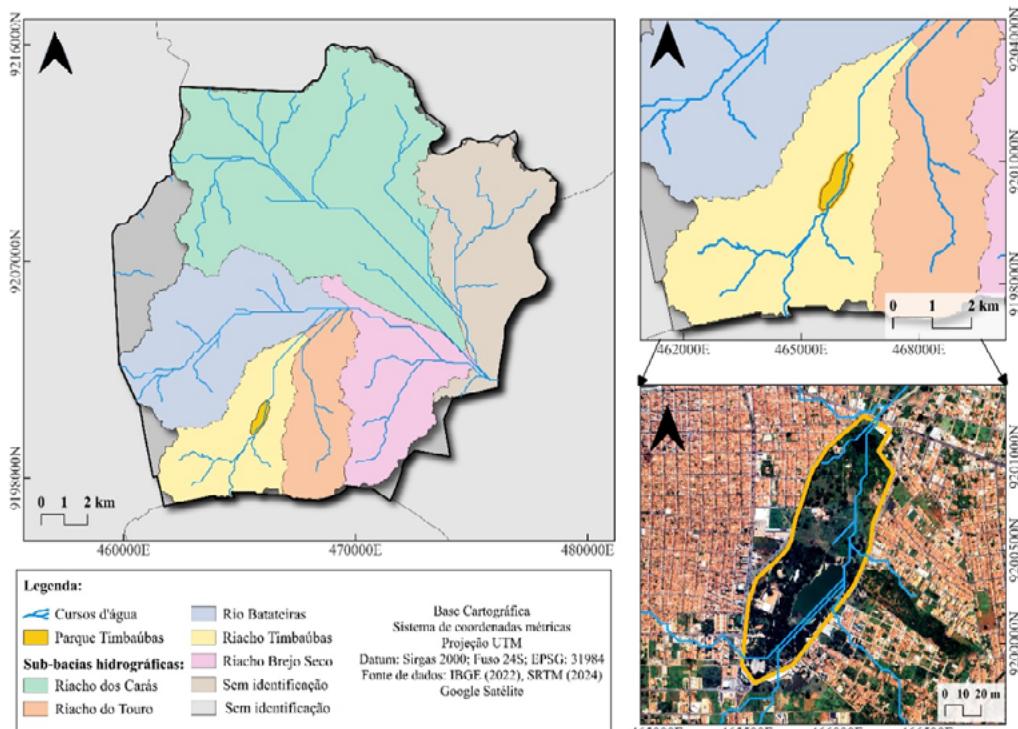
Fonte: IBGE, 2021, adaptado pelos autores (2024).

O Parque Ecológico das Timbaúbas é uma das principais áreas verdes urbanas de Juazeiro do Norte. Situado na zona urbana, ao longo do curso do Riacho das Timbaúbas, o parque ocupa uma faixa de vegetação ciliar e áreas úmidas, representando um importante corredor ecológico e espaço de lazer para a população local. Sua função ambiental está relacionada à mitigação dos efeitos das ilhas de calor, à promoção do conforto térmico e à retenção e infiltração das águas pluviais, especialmente relevantes em um contexto de crescente impermeabilização do solo urbano. Apesar de sua importância ecológica e paisagística, o parque ainda enfrenta desafios quanto à conservação, manutenção e integração efetiva ao planejamento urbano municipal (IBGE, 2024).

O território de Juazeiro do Norte é recortado por diversas sub-bacias hidrográficas, pertencentes, em sua maioria, à bacia do Rio Salgado, um dos principais afluentes do Rio Jaguaribe. Entre as sub-bacias que compõem o município, destacam-se a do Riacho das Timbaúbas, Riacho das Lajes e Riacho dos Macacos. O Parque Ecológico das Timbaúbas está inserido especificamente na sub-bacia do Riacho das Timbaúbas, sendo este um curso d'água de caráter intermitente que desempenha papel fundamental na drenagem urbana e na manutenção da

umidade do solo em seu entorno. A localização estratégica do parque, ao longo de toda a calha desse riacho, torna-o uma infraestrutura natural essencial para a contenção de enchentes e para o funcionamento do sistema hidrológico local. A Figura 2 ilustra a posição do Parque das Timbaúbas em relação às principais sub-bacias do município, evidenciando sua relevância como elemento integrador do ambiente urbano e hidrográfico.

**Figura 2:** Sub-bacias de Juazeiro do Norte e a localização do Parque das Timbaúbas



Fonte: IBGE, 2022; SRTM, 2024, adaptado pelos autores (2024).

Este estudo constitui uma etapa preliminar, baseada exclusivamente em dados secundários e fontes públicas, reconhecendo-se suas limitações e a necessidade de complementação por meio de pesquisas de campo futuras, que permitam uma análise mais aprofundada e contextualizada.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem qualitativa e descriptiva, baseada na revisão bibliográfica, análise documental e no levantamento de dados secundários. A revisão bibliográfica incluiu livros, artigos científicos, dissertações e relatórios técnicos disponíveis em plataformas acadêmicas e institucionais, abordando temas como infraestrutura verde, drenagem urbana sus-

tentável, urbanismo em regiões semiáridas e planejamento urbano orientado à sustentabilidade.

Para a caracterização física, climática e hidrológica da área de estudo, foram considerados dados secundários originalmente produzidos por instituições oficiais, como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No entanto, tais dados foram acessados de forma indireta, por meio de estudos acadêmicos e relatórios técnicos já publicados por diversos autores, os quais utilizaram essas informações para descrever variáveis como temperatura, precipitação, relevo e hidrografia da região do Cariri cearense, onde se localiza o município de Juazeiro do Norte.

O Parque Ecológico das Timbaúbas está localizado no município de Juazeiro do Norte, região do Cariri cearense, e abrange uma área de aproximadamente 634,5 hectares. O relevo da região é caracterizado por um vale inserido na Chapada do Araripe, com predominância de formações regulares, intercaladas por pequenas elevações como a Serra do Horto. A vegetação típica é de caatinga arbustiva densa, com destaque para matas de galeria ao longo dos cursos d'água (Angico, 2017; SEMACE, 2010).

O clima da região é semiárido quente, com uma precipitação média anual de aproximadamente 1.133 mm. As temperaturas variam ao longo do ano, apresentando médias mínimas em torno de 19,9 °C e máximas de cerca de 30,5 °C. Registros históricos apontam para temperaturas extremas, como a mínima de 11 °C (em agosto de 1962) e a máxima de 38,8 °C (em novembro de 1961), além de umidade relativa do ar que pode atingir valores críticos, como 13% (em novembro de 1970) (INMET *apud* Angico, 2017).

A área do parque abriga importantes corpos hídricos, entre eles os riachos Timbaúbas e Salgadinho, além de outras fontes naturais. Estão registradas 11 fontes dentro da área do parque, responsáveis por aproximadamente 70% do abastecimento de água potável do município de Juazeiro do Norte. Essa relevância hídrica é fundamental para a segurança hídrica da cidade e para a manutenção dos ecossistemas locais (SEMACE, 2010).

Um estudo sobre a microbacia do Riacho Timbaúbas identificou um intenso processo de urbanização nas áreas do entorno do parque. A cobertura do solo mostra 29,6% de áreas impermeáveis, 13,5% de vegetação alta, 21,2% de pastagens, além de áreas agrícolas, solo exposto e baldios. Esses dados revelam alterações significativas na dinâmica ambiental, com impactos na infiltração e no escoamento superficial das águas (Silva *et al.*, 2020).

A vegetação presente no Parque Ecológico das Timbaúbas tem se mostrado fundamental para a regulação térmica local. Estudos de campo com sensores de temperatura e umidade indicam que as áreas arborizadas do parque contribuem para a redução da temperatura e aumento da umidade relativa do ar, promovendo melhoria nas condições de conforto térmico urbano, principalmente em bairros adjacentes como o Pirajá (Coelho do Nascimento; Alves Rocha; Salgueiro do Nascimento, 2015).

Outro procedimento importante foi a análise documental do Plano Diretor Participativo de Juazeiro do Norte (2019), principal instrumento de planejamento urbano do município. Foram examinadas as diretrizes e estratégias voltadas à proteção ambiental, ao uso e ocupação do solo, à arborização urbana e à gestão das águas pluviais. Apesar de reconhecer a relevância das áreas verdes para o equilíbrio ambiental, o Plano Diretor ainda carece de estratégias específicas voltadas à valorização e conservação do Parque das Timbaúbas, o que reforça a necessidade de seu fortalecimento como componente essencial da infraestrutura urbana e ambiental local (Juazeiro do Norte, 2019).

A metodologia adotada permitiu integrar diferentes tipos de fontes — acadêmicas, institucionais, geoespaciais e urbanísticas — para oferecer uma visão abrangente e fundamentada sobre o papel ecológico e urbano do Parque das Timbaúbas. Ressalta-se, contudo, que este estudo se limita à análise de dados secundários, não incluindo pesquisa de campo ou entrevistas com moradores ou gestores públicos, o que configura uma limitação metodológica a ser superada em investigações futuras.

#### 4. Resultados e Discussão

O Parque das Timbaúbas apresenta vegetação arbórea densa, com espécies nativas como craibeira, juazeiro, tamboril e, notadamente, as timbaúbas, que nomeiam o parque. Essa cobertura vegetal promove sombreamento e contribui para a redução da temperatura local. Estudos como o de Lima *et al.* (2021) indicam que a temperatura superficial em áreas verdes urbanas pode ser 3 a 5°C inferior em relação ao entorno urbano pavimentado.

Em relação ao NDVI, o máximo calculado para Juazeiro do Norte atingiu 0,609, indicando a presença de vegetação relativamente densa, conforme demonstrado por Barros, Farias e Marinho (2020). Já o índice de áreas verdes públicas, medido no perímetro central da cidade, foi determinado como significativamente abaixo dos padrões recomendados, com apenas alguns bairros ultrapassando a marca de 12 m<sup>2</sup>/habitante (Barros *et al.*, 2015).

Fazendo uma relação do NDVI com o índice de áreas verdes, no bairro José Geraldo da Cruz, onde está localizado o Parque Ecológico das Timbaúbas, o índice de áreas verdes alcança cerca de 14,88 m<sup>2</sup>/habitante, evidenciando sua condição privilegiada em relação a outras áreas urbanas. Essa maior disponibilidade de áreas verdes torna o parque um elemento fundamental para a sustentabilidade ambiental local, contribuindo para a conservação da biodiversidade, a regulação do microclima e a promoção do bem-estar da população.

O Parque Ecológico das Timbaúbas desempenha um papel fundamental na conservação da vegetação nativa da Caatinga, funcionando como um importante refúgio ecológico, além de contribuir para a permeabilidade do solo. Essa permeabilidade é essencial para a recarga do lençol freático da Bacia do Rio Salgado, que abastece a cidade de Juazeiro do Norte, promovendo, assim, a melhoria da qualidade de vida da população local. Segundo Arrais *et al.* (2014).

A existência de um espelho d'água no parque também contribui para o aumento da umidade relativa e regulação microclimática. De acordo com Andrade *et al.* (2020), corpos hídricos em ambientes urbanos aumentam o conforto ambiental ao facilitar a evapotranspiração e a ventilação natural.

A análise hidrológica do parque mostra que sua localização em uma depressão natural e seu solo predominantemente arenoso favorecem a infiltração da água da chuva. Trabalhos como o de Santos e Almeida (2017) mostram que a infiltração em parques urbanos pode reduzir significativamente o escoamento superficial, contribuindo para o controle de enchentes.

**Tabela 1** – Climatologia de Juazeiro do Norte (1991–2021)  
(médias mensais de temperatura, precipitação, umidade e dias chuvosos)

Mês	Temp. média (°C)	Temp. mín. (°C)	Temp. máx. (°C)	Chuva (mm)	Umidade (%)	Dias chuvosos
Janeiro	27,1	23	31,6	115	62	11
Fevereiro	26,3	22,5	30,7	128	69	11
Março	25,9	22,4	30,1	155	73	14
Abri	25,9	22,4	30,1	106	71	10
Maio	25,8	22,1	30,2	43	67	6
Junho	25,1	21,2	29,7	16	63	2
Julho	24,7	20,3	29,7	9	58	2
Agosto	25,4	20,1	31,2	4	52	1
Setembro	27,2	21,3	33,2	3	46	1
Outubro	28,6	22,8	34,3	9	44	2
Novembro	29	23,6	34,4	16	45	2
Dezembro	28,4	23,6	33,4	36	51	4

Fonte: ClimateData.org (base 1991–2021) Elaborado pelos autores (2024).

Comparando-se com outras cidades do semiárido, como Petrolina-PE e Mossoró-RN, observa-se que espaços verdes urbanos têm sido utilizados como solução complementar de drenagem. Em estudo recente, Costa *et al.* (2022) demonstraram que praças e parques com vegetação nativa e pavimentos permeáveis aumentam a eficiência da drenagem urbana.

O Parque das Timbaúbas, apesar de seu potencial, enfrenta desafios como a degradação ambiental de suas margens, descarte de resíduos e processos de assoreamento do lago. Segundo a SEMASP (2023), a manutenção periódica e a educação ambiental são fundamentais para garantir sua sustentabilidade.

Recomenda-se a implantação de dispositivos de drenagem sustentável, como jardins de chuva e valas de infiltração, bem como o cercamento e sinalização do parque para evitar degradação. A exemplo do Parque do Cocó em Fortaleza, é possível integrar conservação ambiental e uso público com gestão eficiente (Barros *et al.*, 2020).

França (2018) avaliou a capacidade de infiltração em parques urbanos de Recife; encontrou que áreas com paisagismo diversificado tiveram elevada infiltração de água da chuva, reduzindo escoamento superficial e contribuindo para a recarga do lençol freático.

Lopes *et al.* (2022) analisaram parques na bacia do córrego Botafogo, Goiânia, e concluíram que áreas verdes preservadas mantêm altos potenciais de infiltração, contrastando com zonas densamente impermeabilizadas.

Romero e Vavallo (2015) observaram que a presença de espelhos d'água pode reduzir as temperaturas em até 3,7 °C e aumentar a umidade relativa do ar em cerca de 10 %, melhorando o conforto térmico urbano.

De acordo com Melo *et al.* (2014), a aplicação da jardinagem de chuva em Recife alcançou taxas de infiltração superiores a 300 mm/h, demonstrando alta eficiência na retenção e infiltração de água pluvial.

Akbari *et al.* (2005) modelaram numericamente vegetação e lagoas: árvores fornecem sombreamento e evapotranspiração, enquanto espelhos d'água intensificam o resfriamento e a umidade ambiental.

## 5. Conclusão

O Parque das Timbaúbas representa uma das mais significativas infraestruturas verdes de Juazeiro do Norte, consolidando-se como elemento essencial na promoção da sustentabilidade urbana. Sua densa cobertura vegetal e conformação natural não apenas contribuem para a regulação microclimática e o conforto

ambiental da população, mas também desempenham papel vital na gestão das águas pluviais, funcionando como uma solução baseada na natureza com forte potencial de integração ao conceito de cidade esponja.

A valorização ecológica do parque deve ser acompanhada por políticas públicas efetivas que assegurem sua conservação e longevidade. Isso inclui a implementação de medidas de fiscalização ambiental, ações educativas voltadas para o uso consciente do espaço e a inclusão do parque nos instrumentos de planejamento urbano, como o Plano Diretor municipal e os Planos de Mobilidade e Drenagem Urbana. Além disso, práticas de drenagem sustentável, como jardins de chuva, trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis, podem ser integradas à infraestrutura já existente, fortalecendo ainda mais seu papel no enfrentamento dos eventos extremos, como enchentes e ilhas de calor.

Em contextos semiáridos como o do Cariri cearense, a existência e a preservação de áreas verdes urbanas assumem papel ainda mais estratégico. O Parque das Timbaúbas não apenas contribui para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade local, como também oferece oportunidades para o lazer, a convivência comunitária e o fortalecimento da identidade cultural e ambiental da cidade.

Nesse sentido, o parque pode e deve ser compreendido como um modelo replicável de infraestrutura verde urbana, orientado para a resiliência climática e o bem-estar social. Sua gestão integrada e participativa poderá servir de inspiração para outras cidades que enfrentam desafios semelhantes e desejam conciliar crescimento urbano com práticas sustentáveis. Fortalecer o papel do Parque das Timbaúbas significa, portanto, investir no futuro ambiental, social e urbano de Juazeiro do Norte.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a adoção de medidas concretas para promover a sustentabilidade ambiental da área estudada. Sugere-se a elaboração de um plano de manejo específico para o parque, integrado ao Plano Diretor municipal, que contemple metas de infiltração de águas pluviais, estratégias de conservação da vegetação nativa e diretrizes claras para o uso e ocupação do solo. Além disso, o zoneamento de áreas permeáveis deve ser priorizado, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a prevenção de enchentes urbanas. A implementação dessas ações pode fortalecer a gestão ambiental e assegurar a resiliência do espaço frente às mudanças climáticas e à urbanização crescente.

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Portal HidroWeb**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <https://www.snrh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: jul. 2024.
- AKBARI, H.; ROBITU, M.; MUSY, M.; INARD, C.; GROLEAU, D. Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. **Solar Energy**, v. 80, n. 4, p. 435-447, 2006. DOI: 10.1016/j.solener.2005.06.015.
- ANDRADE, M. A.; MAGALHÃES, F. C. Infraestrutura verde e conforto térmico: análise em parques urbanos. **Revista Paisagem e Ambiente**, n. 41, p. 1-20, 2018.
- ANDRADE, R. S. *et al.* Função ecológica dos corpos hídricos urbanos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, p. 134-148, 2020.
- ANGICO. Juazeiro do Norte – clima e relevo. **Blog Angico e Suas Lendas**, 2017.
- ARRAIS, A. M. A. C.; SILVA, M. T. F.; ARAÚJO, A. F. P. A importância do Parque Ecológico das Timbaúbas para a conservação da Caatinga e a qualidade de vida urbana. **Naus**, v. 5, n. 1, p. 75-90, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nausocial/article/view/31280>.
- BARROS, A. S.; FARIAS, L. M.; MARINHO, J. L. A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na caracterização da cobertura vegetativa de Juazeiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2885-2895, 2020.
- BARROS, A. S.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; NETO, J. D. Índices de áreas verdes públicas no perímetro central da cidade de Juazeiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1273-1280, 2015.
- BARROS, F. M. *et al.* Gestão integrada de parques urbanos: estudo de caso no Parque do Cocó. **Revista Verde**, v. 15, n. 2, p. 99-110, 2020.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington, D.C.: Island Press, 2006.
- BOWLER, D. E.; BUYUNG-ALI, L.; KNIGHT, T. M.; PULLIN, A. S. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 3, p. 147-155, 2010. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.05.006.
- CHAN, F. K. S. *et al.* Sponge city framework and its application in urban stormwater management. **Journal of Environmental Management**, v. 220, p. 196-206, 2018.
- CHAN, F. K. S.; GRIFFITHS, J. A.; HIGGITT, D.; XU, S.; ZHU, F.; TANG, Y.-T.; THORNE, C. R. "Sponge City" in China — a breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. **Land Use Policy**, v. 82, p. 13-21, 2018.
- COELHO DO NASCIMENTO, D.; ALVES ROCHA, G.; SALGUEIRO DO NASCIMENTO, V. Parque Ecológico das Timbaúbas: um paradoxo na relação homem-natureza em Juazeiro do Norte (CE). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 339-358, 2015. DOI: 10.5216/bgg.v35i2.37434. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/37434>.
- COSTA, J. E. *et al.* Drenagem urbana e espaços verdes no semiárido: estudo em Mossoró-RN. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 67-78, 2022.
- FLETCHER, T. D. *et al.* SUDS, green infrastructure and their role in managing urban stormwater. **Water Science & Technology**, v. 72, n. 10, p. 1513-1521, 2015.
- FRANÇA, E. G. **A infiltração da água no solo em parque urbano na cidade do Recife**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, v. 86, p. 235-245, 2013. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.08.019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Base cartográfica contínua do Brasil ao milionésimo** – BCIM. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados: Juazeiro do Norte (CE)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/juazeiro-do-norte.html>. Acesso em: jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados meteorológicos históricos para Juazeiro do Norte, Ceará**. Disponível em: <https://bdme.inmet.gov.br>. Acesso em: 05 ago. 2024.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

JUAZEIRO DO NORTE (Mun.). **Plano Diretor Participativo de Juazeiro do Norte – CE**. Juazeiro do Norte: Prefeitura Municipal, 2019. Disponível em: <https://juazeirodonorte.ce.gov.br/publicacoes.php?id=80>. Acesso em: jul. 2024.

LI, F.; LI, Z.; XU, W. Sponge city construction in China: a survey of the challenges and strategies for urban stormwater management. *Journal of Environmental Management*, v. 204, p. 712-720, 2017.

LIMA, A. C.; OLIVEIRA, R. S. Clima urbano e vegetação: estudo em Juazeiro do Norte. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 2, p. 336-349, 2019.

LIMA, G. A. **Campus da Fiocruz no Ceará**: aplicação das infraestruturas verdes no contexto do semiárido. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2021.

LIMA, J. B. de; ASSIS, H. Y. E. G. de; CAVALCANTI, L. P. S. Diagnóstico de Áreas Verdes em Escolas do Semiárido Paraibano: a educação ambiental como estratégia de sensibilização. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 2-24, 2021.

LIMA, J. R. et al. Conforto térmico urbano em Juazeiro do Norte-CE: o papel das áreas verdes. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 29, 2021.

LIMA, R. S.; NÓBREGA, R. L. B.; OLIVEIRA, T. C. Avaliação do conforto térmico e vegetação urbana em cidades do semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 25, p. 181-199, 2020. DOI: 10.5380/abclima.v25i0.72395.

LOPES, W. S. R. et al. Análise da eficiência hidrológica dos parques urbanos localizados na bacia do córrego Botafogo, Goiânia, GO. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, p. e15101519980, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.19980. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19980>. Acesso em: 5 nov. 2024.

MELO, T. A. T. de; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. da S. P.; ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. J. Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 229-244, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/43431>. Acesso em: 5 ago. 2024.

MONTEIRO, C. A. Urbanização e meio ambiente no Brasil. *Revista Geografia e Meio Ambiente*, v. 17, n. 1, 2015.

OLAK, A. S.; LEÃO, A. L. F.; CIFUENTES, N.; MENEGUETTI, K. S. Infraestrutura verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina-PR. *Revista LABVERDE*, São Paulo, v. 10, n. 1, 2020. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2020.146509.

OLIVEIRA, R. S.; LIMA, L. P. Microclima e conforto ambiental em áreas verdes urbanas do semiárido cearense. *Revista Geonorte*, v. 10, n. 39, 2019.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 320-340, 2017. DOI: 10.5902/2179460X26411. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/26411>. Acesso em: 11 dez. 2024.

SANTOS, G. B.; ALMEIDA, A. V. Função hidrológica de parques urbanos: estudo em Salvador-BA. **Revista GeoNordeste**, v. 28, n. 2, 2017.

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente. **Parque Ecológico das Timbaúbas**, 2010. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/09/parque-ecologico-das-timbaubas>.

SEMASP – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Públicos. **Relatório de Gestão Ambiental. Juazeiro do Norte**, 2023.

SILVA, F. C. *et al.* Infraestrutura verde e resiliência urbana: estudo em cidades de médio porte. **Revista Brasileira de Planejamento Urbano e Regional**, v. 9, n. 3, p. 45-62, 2021.

SILVA, J. R. *et al.* Parques urbanos e resiliência climática: um estudo de caso em cidades médias brasileiras. **Revista Brasileira de Planejamento Urbano**, 2021.

SILVA, R. F. *et al.* Diagnóstico ambiental da microbacia do Riacho das Timbaúbas no município de Juazeiro do Norte – CE. **Revista REGNE**, UFRN, 2020.

SOUZA, E. P. N.; SANTOS, D. O.; NETO, A. A. M. Arborização no semiárido: estudo de espaços públicos de lazer na cidade de Pau dos Ferros/RN. **Engenharia Urbana em Debate**, v. 4, n. 2, 2022.

TZOULAS, K.; KORPELA, K.; VENN, S.; YLI-PELKONEN, V.; KAZMIERCZAK, A.; NIEMELA, J.; JAMES, P. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: a literature review. **Landscape and Urban Planning**, v. 81, n. 3, p. 167-178, 2007. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.001.

YU, K. Sponge City: Theory and Practice. **Urban Planning International**, v. 4, 2014.

YU, K. Sponge City: Theory and Practice. **Urban Planning Forum**, v. 5, 2014.