



Territórios e Políticas Públicas: Análise Espacial dos Sistemas Naturais Urbanos na cidade de Fortaleza-CE

TERRITORIES AND PUBLIC POLICIES: SPATIAL ANALYSIS OF URBAN NATURAL SYSTEMS IN THE CITY OF FORTALEZA-CE

Roselane Gomes Bezerra¹
Julio Alfredo Racchumi Romero²
Paulo Jorge Alcobia Simões³

RESUMO: Este artigo apresenta uma análise espacial da cidade de Fortaleza-CE, investigando a distribuição de Sistemas Naturais Urbanos (SNU) e sua relação com indicadores demográficos e socioeconômicos. A pesquisa parte do pressuposto de que o acesso desigual à infraestrutura verde e aos recursos hídricos reflete e reforça desigualdades históricas no território urbano. A metodologia combina o uso de estatísticas descritivas e a construção de mapas temáticos para correlacionar a presença de Sistemas Naturais Urbanos com variáveis populacionais dos bairros de Fortaleza, utilizando o software QGIS e Geoda como ferramenta de análise. Os resultados visam subsidiar políticas públicas voltadas à equidade territorial e à sustentabilidade urbana, com base em evidências empíricas da configuração socioespacial da cidade.

¹ Doutorado em Sociologia pela Universidade Federal do Ceará e Pós-Doutorado em Sociologia Urbana pelo Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra. Professora Adjunta do Departamento de Estudos Interdisciplinares da Universidade Federal do Ceará, ministrando disciplinas no curso de Gestão de Políticas Públicas e no Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas. Colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Políticas Públicas da Universidade Estadual do Ceará e participa do Núcleo de Apoio à Gestão Pública/NAGEP pertencente ao Laboratório de Desenvolvimento Regional Sustentável - LEADERS, como coordenadora da área de Estudos Territoriais. **E-mail:** roselane.bezerra@gmail.com

² Pós-doutor (2010) e doutor em demografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008). Foi pesquisador do Centro de Políticas Públicas e Avaliação da educação - CAEd/UFJF (2011-2015). Atualmente, é Professor Adjunto do Departamento de Estudos Interdisciplinares (DEINTER) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas e Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas da UFC. **E-mail:** jarrest@gmail.com

³ Doutorado em Design de Comunicação pela Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa (2012). Mestrado em Ciências Empresariais, especialização em Gestão - INDEG-IUL ISCTE (1995). Possui Licenciatura em Design de Comunicação pela Escola Superior de Belas Artes de Lisboa (1989), e atualmente é professor adjunto, da Universidade Federal do Ceará. **E-mail:** p08alcobia@gmail.com

Palavras-chave: Políticas públicas; Sustentabilidade; Sistemas Naturais Urbanos (SNU); Software QGIS e Desigualdade socioambiental.

ABSTRACT: This article presents a spatial analysis of the city of Fortaleza-CE, investigating the distribution of Urban Natural Systems (UNS) and their relationship with demographic and socioeconomic indicators. The research is based on the assumption that unequal access to green infrastructure and water resources reflects and reinforces historical inequalities in the urban territory. The methodology combines the use of descriptive statistics and the construction of thematic maps to correlate the presence of Urban Natural Systems with population variables of Fortaleza's neighborhoods, using QGIS and Geoda software as analytical tools. The results aim to support public policies oriented toward territorial equity and urban sustainability, based on empirical evidence of the city's socio-spatial configuration.

Keywords: Public policies; Sustainability; Urban Natural Systems (UNS); QGIS software; Socio-environmental inequality.

INTRODUÇÃO

Compreender as cidades a partir da análise de seus sistemas naturais, como cobertura vegetal e recursos hídricos, é fundamental para o debate sobre políticas públicas e sustentabilidade. A partilha de informações sobre o planejamento urbano e a identificação desses sistemas torna-se cada vez mais urgente diante do acelerado crescimento urbano. Preservar os recursos naturais é essencial para garantir qualidade de vida às futuras gerações. Estima-se que, até a metade do século XXI, dois terços da população mundial viverão em áreas urbanas (UNITED NATIONS, 2015), o que exige dos gestores públicos o compromisso com estratégias de desenvolvimento sustentável.

Se de um lado estamos a caminho de nos tornar uma “espécie urbanizada” (WILSON, 2024), por outro lado, precisamos de elementos que nos acompanham nesse processo de quase seis mil anos, desde os primeiros assentamentos na Mesopotâmia, ou seja, do patrimônio natural, que precisa ser salvaguardado para essa “espécie”.

Olhando para as nossas cidades um questionamento que nos suscita é como estão os sistemas naturais das nossas cidades? Ou ainda, os sistemas naturais estão mais presentes em que territórios das cidades? A partir desses questionamentos entendemos que a construção de mapas com a identificação de sistemas naturais urbanos e a correlação com variáveis socioeconômicas e demográficas é um recurso metodológico importante para o desenvolvimento de análises entre territórios, políticas públicas e sustentabilidade. Os resultados desses estudos podem contribuir para a agenda de políticas públicas socioambientais e consequentemente para amenizar desigualdades nas cidades, ou seja,

políticas que tragam mais equidade e justiça ambiental.

É importante ressaltar que, no caso do Brasil, a desigualdade socioambiental e espacial nas cidades tem origem em fatores complexos e históricos. No entanto, não é por falta de legislação que essa realidade persiste, especialmente nos grandes centros urbanos. Desde a Constituição Federal de 1988, o artigo 225 garante o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida. Além da Constituição, proteger o meio ambiente e o clima constitui também um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil, para os quais as Nações Unidas têm contribuído para que possamos atingir a Agenda 2030 (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Porém, à margem da legislação e das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o que se observa nas cidades brasileiras são indicadores demográficos, econômicos e socioambientais marcados por grande desigualdade entre os diversos territórios. Nos grandes centros urbanos brasileiros, é comum encontrar alguns bairros com altos índices de desenvolvimento humano e com sistemas naturais preservados em áreas de proteção ambiental institucionalizadas — como parques, praças ou ruas arborizadas —, mas a maior parte do território urbano é ocupada por bairros com baixos índices de desenvolvimento humano, alta densidade populacional e ocupações irregulares que comprometem a cobertura vegetal.

Essa realidade foi analisada por Maricato (2001), ao discutir os “aspectos urbanísticos e ambientais: a ecologia da desigualdade”. Segundo a autora, “o processo de urbanização no Brasil se apresenta como uma máquina de produzir favelas e agredir o meio ambiente” (MARICATO, 2001, p. 37).

Porém, é importante ressaltar que esse fenômeno também pode está associada ao fato de que as políticas socioambientais, apesar de ter atualmente uma boa legislação, só passaram a integrar a agenda da gestão urbana mundial na segunda metade do século XX⁴, resultando no aceleração da perda contínua de áreas verdes e mananciais nas grandes cidades no processo de urbanização.

Se temos atualmente uma boa legislação e a obrigatoriedade de planos diretores participativos, garantidos no capítulo da política urbana da Constituição de 1988, especialmente nos artigos 182 e 183, que prevê a função social da propriedade, a gestão participativa das cidades e a obrigatoriedade dos planos diretores, para cidades com mais de 20 mil habitantes, o que está a levar a não diminuição dessas discrepâncias socioambientais e econômicas ao longo do nosso processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras?

A partir desse questionamento, a pergunta de partida para desenvolver esta investigação foi a seguinte: existe alguma regularidade entre a presença ou a ausência de

⁴ Para além de tardia, como afirmam Salgueiro e Chacon (2020) as políticas públicas com base na sustentabilidade muitas vezes não iam muito além do discurso.

sistemas naturais e os indicadores demográficos, nos bairros de uma cidade?

Com o objetivo de analisar espacialmente a presença dos Sistemas Naturais Urbanos (SNU) e os índices demográficos nos bairros, elegemos a cidade de Fortaleza-Ce, para desenvolvermos um trabalho de caráter analítico, baseado em uma abordagem quantitativa. Os dados utilizados referem-se à distribuição dos sistemas naturais na cidade e aos indicadores demográficos municipais. Para a análise, empregamos estatísticas descritivas e elaboramos mapas temáticos com base em ferramentas de análise espacial.

Para fundamentar a nossa pesquisa, adotamos a definição de sustentabilidade urbana a partir das dimensões ambiental e espacial. Abordamos também uma discussão sobre políticas socioambientais, considerando, sobretudo, sua articulação com a gestão urbana. Para a investigação adotamos uma abordagem triangular, relacionando o conceito de sustentabilidade com indicadores demográficos, dados espaciais e informações estatísticas, utilizando o software QGIS e Geoda como ferramentas de análise.

O artigo está dividido em três seções, a introdução, a segunda seção onde apresentamos uma abordagem teórica metodológica sobre o SNU a partir do conceito de sustentabilidade e políticas socioambientais; e a terceira seção a qual realizamos a autocorrelação espacial com mapas comparativos por bairro, que permitiram uma análise da distribuição dos recursos naturais e índices demográficos da população. Por fim apresentamos as considerações finais.

SUSTENTABILIDADE, POLÍTICAS SOCIOAMBIENTAIS E SISTEMAS NATURAIS URBANOS EM FORTALEZA

O Sistema Natural Urbano (SNU) — que compreende a cobertura vegetal e os recursos hídricos dentro dos limites da cidade — sofreu forte redução ao longo do processo de expansão urbana. O predomínio de construções em concreto e asfalto, característica marcante desse processo, acarretou problemas de sustentabilidade urbana, como a diminuição do patrimônio natural, resultando no aceleramento da perda contínua de áreas verdes e mananciais, além de ampliar a desigualdade do SNU nas grandes cidades. As projeções indicam que, em 2050, cerca de 70% da população mundial viverá em áreas urbanas (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Esse fenômeno reforça a relevância de estudos voltados à sustentabilidade urbana, especialmente no que se refere à presença do SNU na configuração espacial das cidades. A visualização do SNU nos bairros de Fortaleza foi viabilizada por meio de três indicadores: a) a cobertura vegetal urbana total em km², (b) a cobertura vegetal urbana per capita e (c) a superfície de recursos hídricos em km².

As informações foram extraídas do site “Fortaleza 121 Bairros” (<https://bairros.fortaleza.ce.gov.br>), especificamente da aba “Sistemas Naturais”, que fornece indicadores ambientais atualizados por bairro. Complementarmente, foram utilizados arquivos shapefile contendo

as feições territoriais dos bairros, permitindo a integração dos dados espaciais e estatísticos no software QGIS e Geoda. Estas ferramentas nos permitem verificar se os bairros por meio dos indicadores apresentam algum padrão espacial, utilizamos também técnicas de análise exploratória que visam identificar as tendências e a estrutura de correlação e autocorrelação espacial entre as áreas.

A escolha da cidade de Fortaleza como objeto de análise está relacionada ao rápido crescimento populacional desta cidade na segunda metade do século XX. Como afirma Lemenhe (1991, p. 123), Fortaleza consolidou, ainda no século XIX, “sua hegemonia e, sob seus encantos de capital, tornou-se uma cidade voraz”. Para a autora, “a capital se diferenciava, aos poucos, dos demais núcleos pelo adensamento de sua população e pela expansão das edificações privadas” (LEMENHE, 1991, p. 123).

Essa voracidade no crescimento e na densificação da população e das edificações é perceptível nos dados dos censos demográficos do século XX. A capital do estado do Ceará possuía uma população de 270.169 habitantes no Censo de 1950 e passou a contar com 2.138.234 habitantes no Censo de 2000 — um aumento populacional de aproximadamente 691,5% em cinquenta anos. Esses dados contribuem para caracterizar Fortaleza como um caso exemplar do processo de expansão urbana e de diminuição do patrimônio natural.

O conceito de sustentabilidade é defendido por diversos autores, a partir da integração de várias dimensões — social, ambiental, econômica, territorial, cultural, política e internacional (SACHS, 2004). Entretanto, essa definição holística de sustentabilidade tende a se perder quando estamos no campo da gestão de políticas urbanas, ou seja, muitas vezes é compartimentalizada nas ações de políticas socioambientais. Assim como a Avaliação de Sustentabilidade (sustainability assessment), definida por Gibson (2006), a gestão urbana, comumente aborda separadamente algumas dimensões como a social, ambiental e econômica.

Ao segregar políticas socioambientais em secretarias específicas os gestores públicos acabam por contribuir para uma fragilidade na execução da agenda de políticas socioambientais. Assim como afirmam Salgueiro e Chacon (2020), há a possibilidade de manter a perspectiva das dimensões da sustentabilidade como princípio, incorporando a dimensão institucional-política para complementar a lacuna relativa à fragmentação das demais dimensões, “promovendo a necessária integração das demais dimensões em um processo interdisciplinar e interinstitucional” (SALGUEIRO; CHACON, 2020, p. 77).

Desde modo, a visualização do Sistema Natural Urbano (SNU) de Fortaleza, com base na análise de indicadores, é fundamental para subsidiar a agenda de políticas socioambientais orientadas pela sustentabilidade, especialmente com atenção nas dimensões ambiental e espacial, a qual agrega várias dimensões como a social, econômica, territorial, cultural, e tecnológica.

O nosso entendimento se aproxima da visão de Santilli (2005), que considera políticas

socioambientais as políticas públicas no âmbito da busca de soluções para problemas sociais e ambientais, mas também econômicos, tecnológicos e culturais da sociedade. Para Kniss et al (2019) as cidades precisam buscar novas alternativas para continuar a crescer e se desenvolver sendo a inovação e a tecnologia importante como parte da busca por mecanismos capazes de proporcionar um novo salto na qualidade de vida das pessoas.

O conhecimento da realidade do Sistema Natural Urbano (SNU) e a relação com indicadores demográficos e socioeconômicos por bairros da cidade é um primeiro passo para definir uma agenda de políticas socioambientais integradas em diferentes áreas da gestão urbana e buscando equidade frente às diferenças dos territórios. Assim, trazer a cultura, a tecnologia e a informação para a pauta de discussões sobre gestão urbana sustentável é imprescindível.

Fortaleza, segundo dados do IBGE, 2022, é uma cidade com 2.428.708 residentes, com uma extensão territorial de 312,35 km² dividida em 121 bairros. A cidade possui uma das maiores densidades demográficas do Brasil, com mais de 7.775 habitantes por km². Os bairros apresentam uma grande diferença entre os IDH muito alto e muito baixo que vai de 0,9531, no bairro Meireles, até 0,1067, no Conjunto Palmeiras. A forte desigualdade referente à educação, longevidade e renda, (IDH) repercute na organização espacial da cidade, que é muito segregada e com pouca conexão de modais de transportes públicos, o que acentua ainda mais a segregação.

Porém, essa configuração desordenada da cidade de Fortaleza não é decorrente da falta de planejamento, como afirma Maricato (2002) não é por falta de planos que as cidades brasileiras crescem desordenadamente. No caso da cidade de Fortaleza, a primeira Planta da cidade é de 1812, Planta de Silva Paulet, em seguida tivemos a Planta de Adolfo Herbster, de 1875, e os *Planos de Remodelação e Extensão da cidade*: de Nestor Figueiredo em 1933 e de Saboya Ribeiro em 1947. Tivemos também o Plano Diretor de Hélio Modesto em 1963, o *Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza*, em 1972 – PLANDIRF, o *Plano Diretor Físico de Fortaleza* em 1979, o *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza*, em 1992 e o *Plano Diretor Participativo* de 2009.

Em 2017, foi apresentado o *Plano Mestre Urbanístico e de Mobilidade – Fortaleza 2040*. Ou seja, mesmo com um planejamento previsto pela gestão pública o crescimento rápido e desordenado da cidade e sem adequação aos planos urbanísticos, contribuíram para essa configuração urbana desigual e “como consequência desses fatores Fortaleza se apresenta hoje como um conjunto de territórios unidos espacialmente, mas com indicadores tão diversos que erguem fronteiras simbólicas, separando e segregando a população” (BEZERRA, 2018, p. 91).

Frente a esse contexto, a questão da sustentabilidade, com base nas dimensões ambiental e espacial, na gestão de políticas socioambientais em Fortaleza é o desafio que nos confronta. Especialmente no tocante a execução de políticas públicas socioambientais que

tragam mais equidade e justiça ambiental. Como será apresentado a seguir a visualização da configuração socioespacial da cidade nos forneceu pistas para entender regularidades na abrangência do Sistema Natural Urbano (SNU) e o que deve ser priorizado na gestão urbana para proporcionar políticas socioambientais voltadas à equidade territorial e à sustentabilidade urbana.

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL

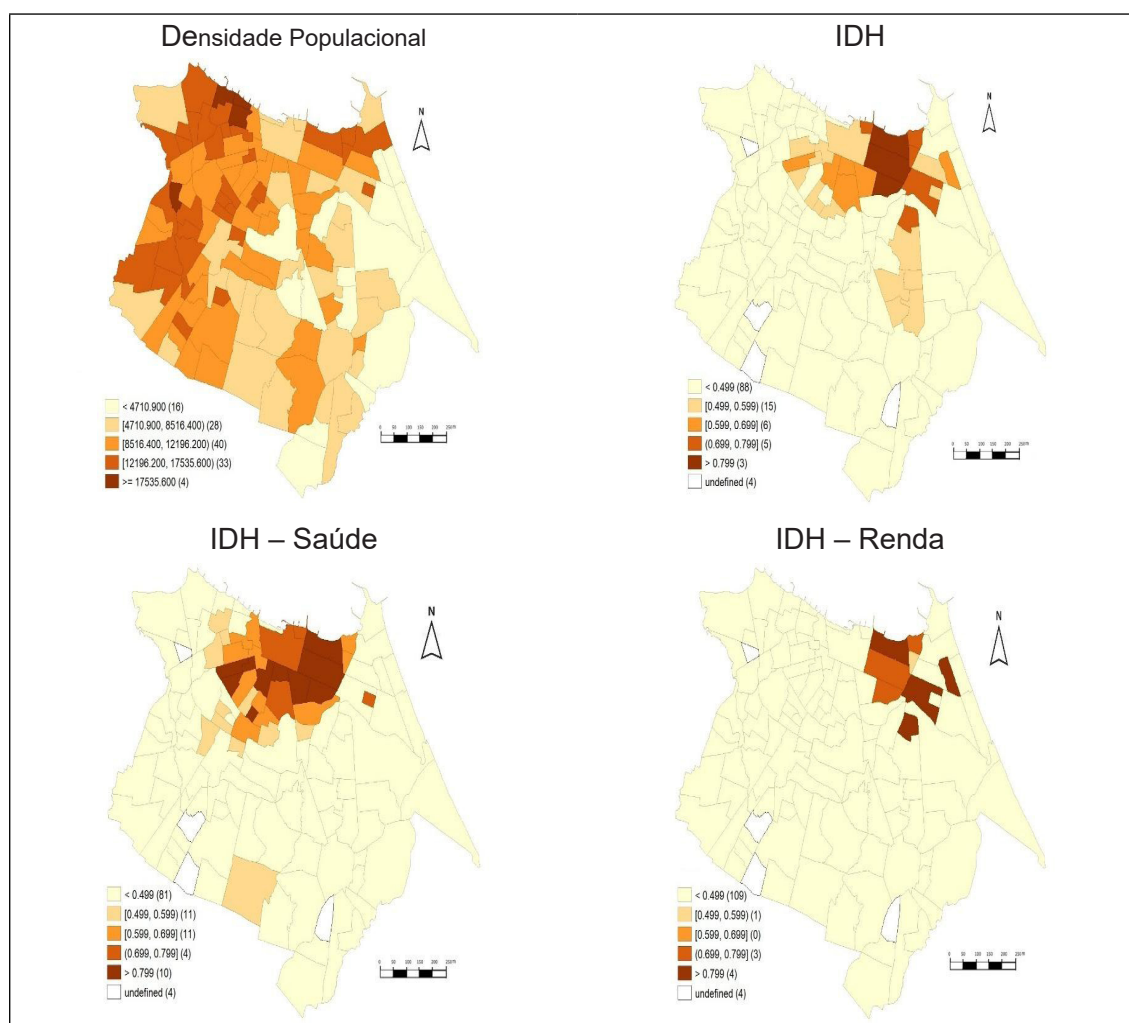
A estatística espacial consiste em um conjunto de métodos de análise de dados que consideram explicitamente a localização geográfica. Para isso, utilizam-se os sistemas de informações geográficas (SIG), que possibilitam identificar padrões espaciais entre variáveis por meio da correlação espacial (BRASIL, 2007).

A correlação espacial é um conceito utilizado para analisar a relação entre atributos de diferentes pontos num determinado espaço geográfico, identificando padrões e tendências espaciais, que permitem revelar a existência de associações entre as variáveis estudadas. Os princípios básicos para analisar a correlação espacial, tem como base primeiro a dependência espacial que acontece quando os valores de uma variável estão relacionados às vizinhanças, e segundo a autocorrelação espacial a qual refere-se à semelhança dos valores de uma variável em diferentes locais, (DRUCK et. al., 2004). Um dos índices mais utilizado para avaliar a autocorrelação espacial de um atributo é o índice de Moran – global e local – que possibilita encontrar a relação de interdependência espacial entre todos os polígonos da área de estudo e é expressa por meio de um valor único para toda a região (ANSELIN, 1995).

Distribuição espacial dos indicadores: Resultados e discussão

Com o objetivo de analisar a configuração socioespacial dos bairros de Fortaleza, primeiro analisamos a densidade demográfica e o IDH, isto porque, como já dito acima, as cidades populosas como Fortaleza são espaços discrepantes e com altos níveis de desigualdades sociais que podem relacionar-se com a distribuição de recursos naturais.

Figura 1. Distribuição espacial segundo densidade e Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros (IDH-B) e suas dimensões. Fortaleza. 2014.⁵



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da Plataforma 121 Bairros (Fortaleza, 2025).

Embora Fortaleza apresente essa alta densidade, esta se expressa de forma desigual entre os bairros que compõem a cidade, assim temos bairros, como Pirambu, Cristo Redentor, Carlito Pamplona na zona norte, Autran Nunes e Jardim Iracema na zona oeste com uma densidade acima de 17 mil habitantes por Km². Por outro lado, temos bairros como Edson Queiroz, Manuel Dias Branco na zona sul, Sabiaguaba, De Lourdes na zona leste e Aeroporto na zona centro-leste com menos de 1,7 mil habitantes por km² (Figura 1). Em relação ao IDH, é importante destacar que o índice é classificado em: muito baixo (de 0 a 0,499), baixo (de 0,500 a 0,599), médio (de 0,600 a 0,699), alto (de 0,700 a 0,799) e muito alto (de 0,800 a 1). Em base a essa classificação observa-se uma alta desigualdade entre os bairros, tendo apenas 3 destes com desenvolvimento muito alto, Meireles, Aldeota e Dionísio Torres, que são bairros

⁵ O IDH Educação todos os Bairros de Fortaleza possuem um IDH-B acima de 0,799, que o classifica como padrão de alta desenvolvimento, por isso não foi apresentado o mapa para IDH-B-Educação.

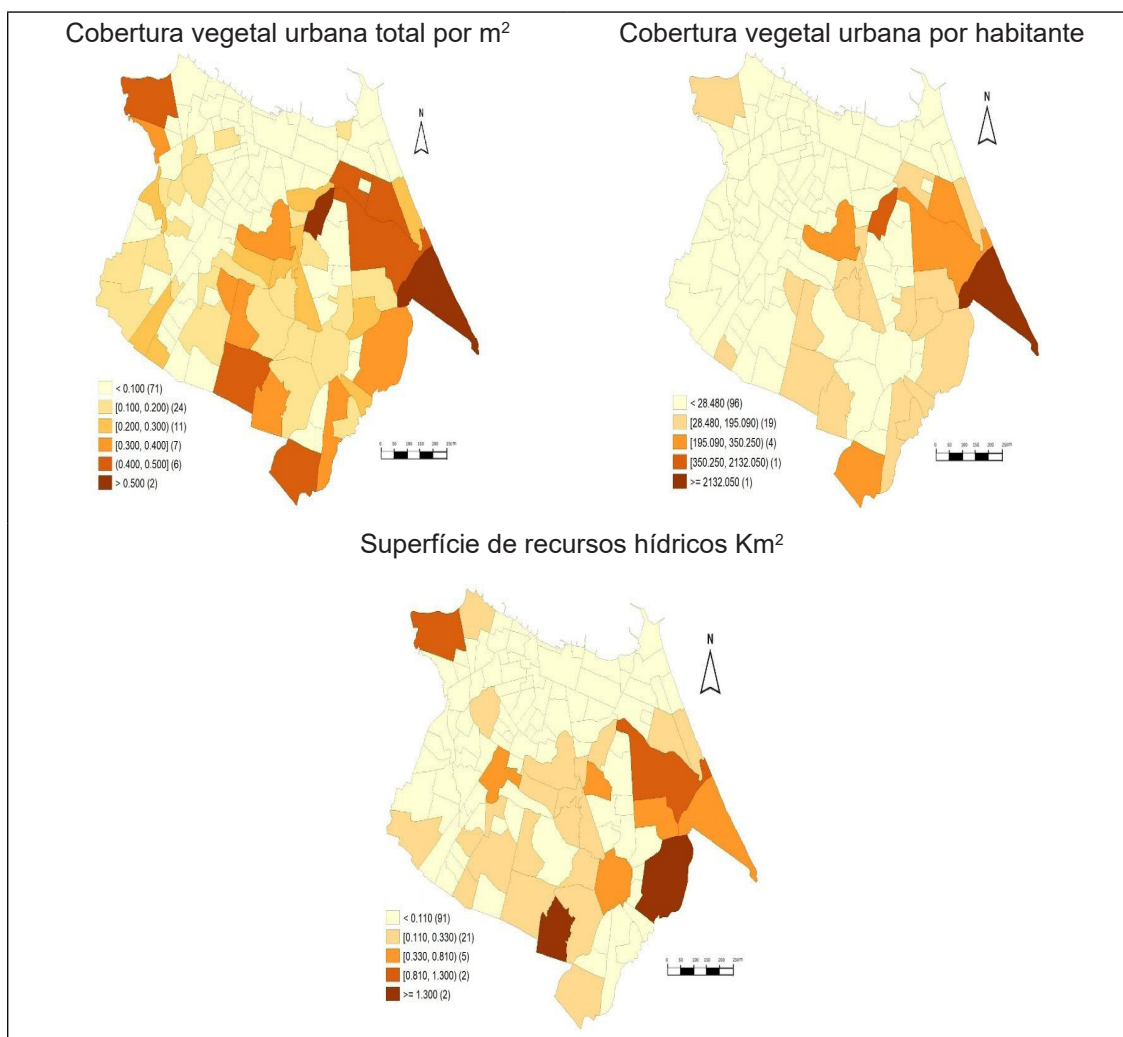
da zona centro da cidade e conhecidos como áreas nobres da cidade, estão localizados mais perto da orla marítima. No outro extremo temos 88 bairros que são considerados com desenvolvimento muito baixo, ressaltando os bairros de Genibaú, Canindezinho, Parque Presidente Vargas na zona oeste e Conjunto Palmeiras na zona sul da cidade com piores índices de desenvolvimento humano. No que diz respeito ao IDH de renda e saúde estes apresentam o mesmo comportamento de concentração do Índice de desenvolvimento humano geral (Figura 1).

A análise evidencia que não há uma correspondência linear entre densidade populacional e níveis de desenvolvimento humano em Fortaleza. Bairros com alto IDH não coincidem com os mais densamente povoados, assim como áreas de baixo desenvolvimento não são, necessariamente, as menos habitadas. Esses dados apontam para a complexidade da configuração socioespacial da cidade, indicando que fatores econômicos e sociais estão distribuídos de forma desigual e não podem ser explicados apenas por variáveis demográficas. Tal cenário reforça a necessidade de políticas públicas integradas, sensíveis às especificidades territoriais e capazes de enfrentar as desigualdades estruturais de forma articulada.

Fazendo uma relação dos indicadores dos Sistemas Naturais (Figura 2) com os indicadores da distribuição espacial segundo densidade e Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros é possível identificar uma correlação entre bairros menos povoados e com baixo IDH possuindo uma maior cobertura vegetal urbana total por m^2 e por habitantes e também uma maior superfície de recursos hídricos Km^2 . Três bairros situados em pontos diferentes da cidade se destacam nesta correlação, os bairros são: Vila Velha na zona norte, que possui a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, Sabiaguaba com a Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba e o Parque Natural das Dunas da Sabiaguaba na zona leste e Salinas na zona centro-sul, localizado próximo à foz do rio Cocó e abriga o Parque Ecológico do Cocó. Destes três, dois bairros, Sabiaguaba e Salinas, apresentam uma cobertura vegetal urbana por m^2 acima de 50% que segundo Paiva (2020) é considerado excelente.

Porém, no outro extremo, temos 51 bairros considerados como cobertura vegetal urbana por m^2 insuficiente (PAIVA, 2020), dos quais 16 bairros não apresentam nenhum m^2 de cobertura vegetal, os quais se espalham por várias regiões de Fortaleza (figura 2). Vale destacar que os únicos três bairros da cidade com IDH muito alto, Meireles, Aldeota e Dionísio Torres na zona centro, possuem baixa cobertura vegetal.

Figura 2. Distribuição espacial por bairros dos indicadores do Sistema Naturais Urbanos (SNU) dos bairros de Fortaleza. 2022.



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da Plataforma 121 Bairros (Fortaleza, 2025).

Em relação à cobertura vegetal por habitante, segundo estudo realizado pela Prefeitura de Fortaleza e considerando o censo demográfico, realizado pelo IBGE em 2022, Fortaleza apresenta uma cobertura vegetal média de 20,42 m² por habitante (FORTALEZA, 2024). Média que ultrapassou a recomendação mínima de 12 m² de áreas verdes por habitante segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Embora a cidade tenha conseguido essa cobertura, está é desigual e até insuficiente em alguns bairros. Assim, temos apenas 45 bairros de Fortaleza, que também contam com cobertura vegetal acima de 12 m², enquanto 76 bairros (62,8%) possuem menos desse patamar definido pela OMS. Entre os bairros com melhor cobertura vegetal, se destacam: Sabiaguaba, Manuel Dias Branco na zona leste, Salinas na zona centro-sul, Aeroporto na zona centro-leste, Edson Queiroz, Pedras e Lagoa Redonda na zona sul, as quais podem ser derivadas de áreas protegidas institucionalizadas.

Sobre a superfície de recursos hídricos, é importante indicar que os principais cursos d'água de Fortaleza são: Cocó, Ceará, Maranguapinho, Pacoti e Coassu. No caso do rio Cocó é o principal recurso superficial, seu curso total é de 50 km, destes, 24 km somente no município de Fortaleza. Este panorama é evidenciado quando se observa que os bairros com maiores índices de superfície de recursos hídricos na cidade, é disperso, destacando-se os bairros de Conjunto Palmeiras na zona sul, Edson Queiroz, Lagoa Redonda, Sabiaguaba na zona leste, Vila Velha na zona norte e Parangaba na zona oeste. Todos estes bairros possuem cursos d'água.

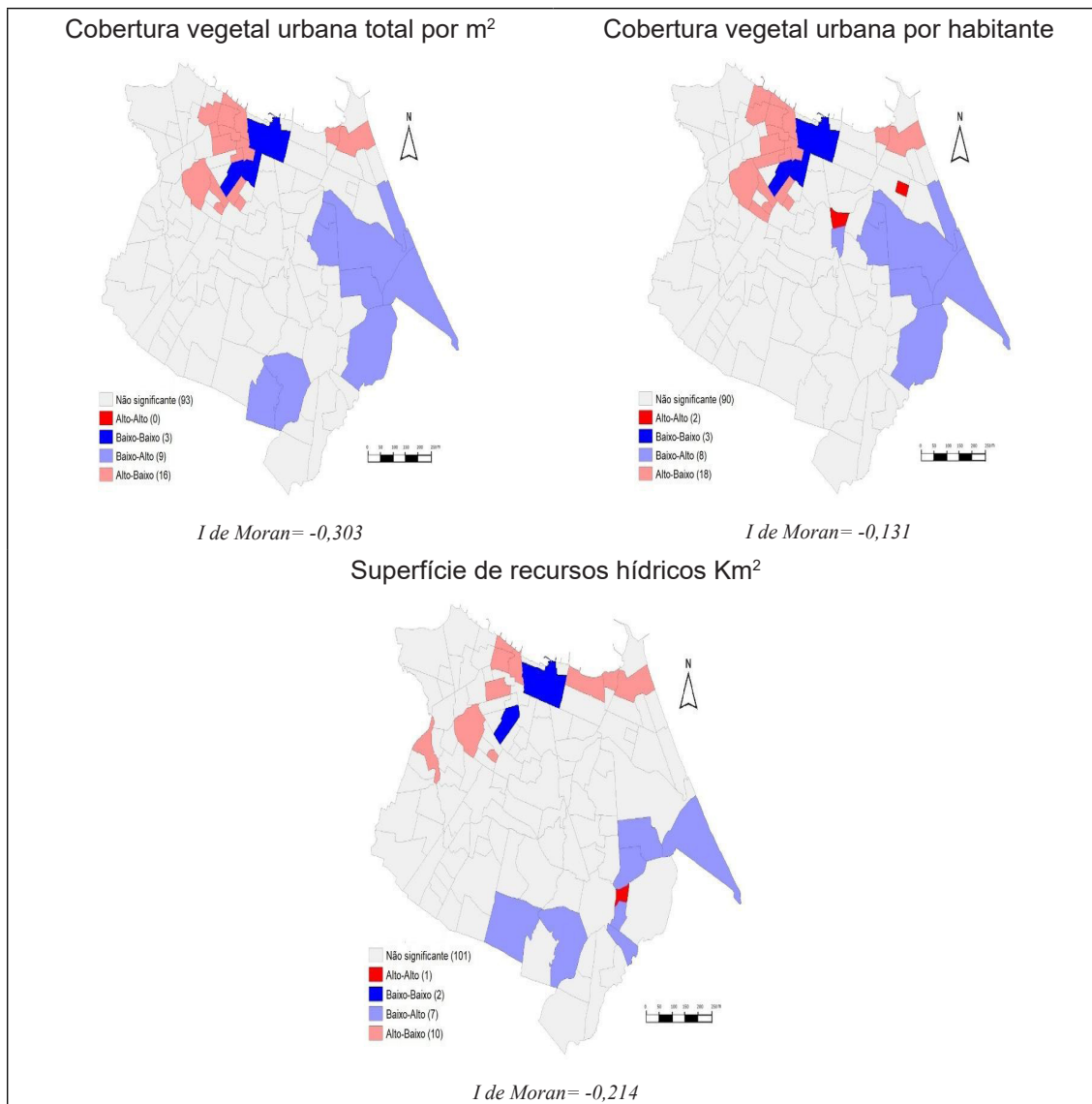
Os resultados desiguais e dispersos mostrados para a cobertura vegetal urbana e superfície de recursos hídricos podem indicar, por um lado, a ocupação urbana desordenada de cada bairro, sobretudo os que se encontram localizados nas periferias. São bairros com alta densidade populacional, baixo IDH e altos indicadores de SNU. Isso pode expressar a ausência de políticas de planejamento urbano durante esse processo histórico de urbanização que vem experimentando a cidade de Fortaleza. Cleide Bernal (2004) define o crescimento da cidade como uma “colcha de retalhos”, regulado pelo valor financeiro do metro quadrado, que contribuíram para acentuar a segregação, as desigualdades e exclusões. Percebemos ainda que, altos índices de Sistemas Naturais Urbanos (SNU) em algumas áreas periféricas poderiam ser alvo da criação de novas áreas de preservação ambiental como Unidades de Conservação (UCs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs), integradas ao desenvolvimento socioeconômico da cidade com sustentabilidade ambiental e espacial.

Correlação espacial.

Para iniciar a análise desta seção, foram geradas informações da autocorrelação espacial, construindo mapas de clusterização (*LISA cluster map*) relacionando a variável sociodemográfica com os indicadores do sistema natural (Figura 3 e 4).

Ao considerar a densidade populacional como um fator que pode interagir e influenciar nos sistemas naturais, verificou-se que embora a correlação espacial fosse baixa esta é negativa e significativa (5%), tendo para a cobertura vegetal urbana total por m² com a maior correlação espacial negativa (−0,303) e superfície de recursos hídricos Km² (−0,214). Embora esses resultados da correlação espacial (I de Moran) sejam significativos, foram formados poucos agrupamentos nas regiões de Fortaleza (Figura 3). É o caso do agrupamento baixo – baixo, conforme legenda em azul, o qual formou-se um cluster na região oeste de Fortaleza para os três indicadores, isto é, bairros que obtiveram uma baixa densidade populacional estão rodeados por bairros que apresentam uma baixa de cobertura vegetal e superfície de recursos hídricos. O mesmo não pode ser observado no agrupamento alto – alto em vermelho.

Figura 3. Análise Bivariada da Densidade com os indicadores do Sistema Naturais dos Bairros de Fortaleza. 2022



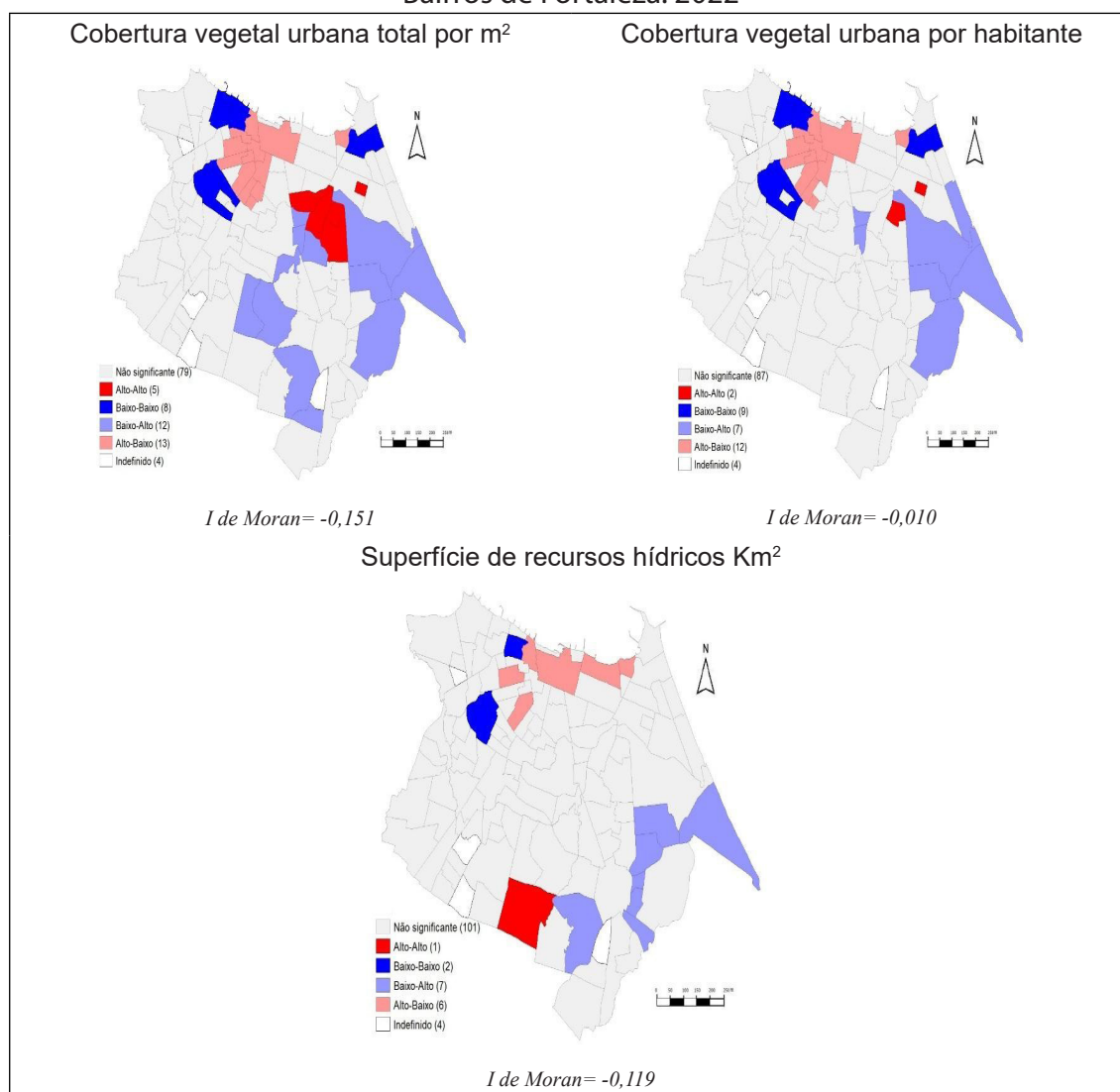
Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da Plataforma 121 Bairros (Fortaleza, 2025).

Conforme a figura 3, também é possível observar a ocorrência de grupos denominados *outliers*⁶, ou seja, agrupamentos do tipo alto – baixo (legenda cor rosa), em que bairros que tiveram uma alta densidade populacional tem como vizinhança bairros com baixo cobertura vegetal urbana e superfície de recursos hídricos, e também agrupamento baixo e alto (legenda em azul claro), bairros com baixa densidade populacional estão em torno de bairros com um alta vegetal urbana e superfície de recursos hídricos. Estes resultados explicam a correlação espacial negativa.

⁶ Na análise de autocorrelação espacial, por meio do Índice de Moran, o *outliers* indica padrões incomuns ou áreas de alta/baixa concentração de um determinado fenômeno, isto é, são áreas de transição onde têm-se bairros agrupados em padrão Alto-Baixo e Baixo-Alto também representados no mapa.

No que diz respeito ao IDH como um condicionante que contribuem para entender as mudanças dos sistemas naturais, verificou-se também uma correlação espacial negativa e significativa (5%), mas baixa, tendo para a cobertura vegetal urbana total por m² com a maior correlação espacial negativa (-0,151).

Figura 4. Análise Bivariada do IDH com os indicadores do Sistema Naturais dos Bairros de Fortaleza. 2022



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da Plataforma 121 Bairros (Fortaleza, 2025).

Ao analisar a correlação espacial (I de Moran) para a formação de agrupamentos (Figura 3), verificou-se poucos agrupamentos entre os bairros. Para o agrupamento baixo – baixo, segundo legenda em azul, formou-se três *clusters* não muito bem definidos e dispersos na região oeste e leste de Fortaleza para cobertura vegetal urbana, ou seja, bairros que obtiveram um baixo IDH estão próximos de bairros com baixa cobertura vegetal. Em relação ao agrupamento alto – alto mostrado no mapa com cor vermelha, mostram-se

cluster IDH alto e alta cobertura vegetal urbana total por m² ou alta superfície de recursos hídricos. Da mesma forma que com a densidade, no caso do IDH também apresenta grupos denominados *outliers*, ou seja, agrupamentos do tipo alto – baixo (legenda cor rosa), bairros que tiveram uma alta IDH com vizinhança de bairros com baixa cobertura vegetal urbana e superfície de recursos hídricos, e também agrupamento baixo e alto (legenda em azul claro), bairros com baixo IDH com bairros pertos com um alta vegetal urbana e superfície de recursos hídricos.

Considerando os resultados da correlação espacial, é possível perceber que a vegetação existente em Fortaleza não está adequadamente distribuída espacialmente, assim como não foi possível relacionar os bairros com um maior IDH com a cobertura vegetal. Verificou-se, bairros com IDH baixo com cobertura vegetal, que podem ser indícios de resquícios da vegetação remanescente dos sistemas naturais da cidade ou vegetação modificada. Estes resultados podem estar relacionados à falta de planejamento urbano da cidade e falta de manutenção da vegetação que promova uma adequada forma de distribuição, criando novas áreas verdes. Em relação a estes achados, Borges e Batista (2020) indicam que o crescimento urbano promove uma diminuição e distribuição inadequada da cobertura vegetal e em alguns casos, estes podem ser produtos da falta de estrutura dos bairros periféricos.

Os resultados revelam ainda uma correlação espacial negativa e estatisticamente significativa entre densidade populacional e indicadores dos sistemas naturais urbanos em Fortaleza. A densidade apresentou maior correlação negativa com a cobertura vegetal por metro quadrado ($r = -0,303$) e, em menor grau, com a superfície de recursos hídricos ($r = -0,214$). Embora os índices de Moran indiquem significância estatística, foram identificados poucos agrupamentos espaciais relevantes. Destaca-se a formação de um cluster do tipo baixo–baixo na zona oeste da cidade, evidenciando áreas com baixa densidade populacional associadas à baixa presença de infraestrutura ecológica. Não foram observadas áreas de associação positiva (alto–alto), sugerindo que a alta densidade não se correlaciona com a presença de cobertura vegetal ou recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As disparidades na densidade populacional em Fortaleza decorrem de um processo histórico de urbanização acelerada e segregação socioespacial. O crescimento populacional intenso, especialmente entre 1950 e 2000, elevou a população da cidade em cerca de 691,5%, sem que houvesse uma estrutura urbanística capaz de acompanhar tal expansão. A ausência de controle sobre o uso do solo e o adensamento desigual, concentrado em determinadas áreas, resultaram em ocupações desordenadas e em uma distribuição irregular da população.

Diversos planos urbanísticos foram elaborados para Fortaleza, ao longo de sua

história, mas falhas na implementação e a desarticulação entre planejamento e crescimento efetivo contribuíram para a configuração desigual do território. A carência de políticas socioambientais eficazes, nas periferias e também nas áreas centrais, aprofundou a fragmentação urbana e impactou negativamente o acesso à infraestrutura, à cobertura vegetal e aos recursos hídricos. Esse cenário é agravado por barreiras de mobilidade e serviços, que intensificam a segregação socioespacial e influenciam diretamente os padrões de densidade.

Os melhores índices de Sistema Naturais Urbanos (SNU) ocorrem nos bairros que possuem áreas de preservação ambiental já institucionalizadas, porém a gestão pública deve ter atenção às ocupações irregulares e as disputas por esses territórios, especialmente quando estão localizados em territórios com alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Constatamos que a presença ou a ausência de sistemas naturais em relação aos indicadores demográficos dos bairros não segue uma regularidade em virtude do crescimento rápido e desigual da cidade. Assim, a ação do capital imobiliário aliada a políticas públicas de infraestrutura contribuiu para elevar o IDH de alguns bairros, porém influenciou negativamente os indicadores do SNU, nesse sentido, os três bairros com maiores IDH da cidade têm indicadores de SNU muito baixos. E por outro lado há bairros com baixo IDH que possuem altos índices de SNU, que podem ser resquícios da vegetação remanescente dos sistemas naturais da cidade. A maioria desses bairros possuem alta densidade populacional, carências básicas de infraestrutura e estão localizados na periferia da cidade.

A partir desta visualização dos indicadores nos mapas, percebemos a necessidade da construção de uma agenda de políticas socioambientais integradas nas diferentes áreas da gestão urbana, a promover de forma equilibrada os índices de Sustentabilidade de Natureza Urbana em múltiplas escalas — do micro bairro à mesoescala, abrangendo níveis regionais e municipais. A persistência em eliminar recursos hídricos, suprimir árvores e dismantelar infraestruturas verdes para adensar populações em espaços exíguos não é apenas ambientalmente insustentável — é um erro estratégico que compromete a resiliência urbana e agrava a crise climática.

REFERÊNCIAS

ANSELIN, Luc. Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 93–115, abr. 1995. Wiley. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x.

BERNAL, Maria Cleide Carlos. *A metrópole emergente: a ação do capital imobiliário na estruturação urbana de Fortaleza*. Fortaleza: EDUFC, 2004. 221 p.

BEZERRA, Roselane Gomes. Descentralização, participação e controle social: a concepção e a prática das secretarias executivas regionais da cidade de Fortaleza. In: GRIN, Eduardo

José; LAMEIRÃO, Camila Romero; ABRUCIO, Fernando Luiz; ALVES, Mário Aquino (org.). *Descentralização intramunicipal nas capitais brasileiras: as políticas, a política e a participação*. Rio de Janeiro: Konrad Adenauer Stiftung, 2018. p. 91–114.

BORGES, J. C. Â.; BATISTA, L. F. A. Índice de vegetação e temperatura de superfície terrestre: comparativo entre formação de ilhas de calor nos perímetros urbanos de Londrina e Maringá no PR. *Revista Brasileira de Geomática*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 256–274, out./dez. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde; FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Introdução à estatística espacial para a saúde pública*. Simone M. Santos; Wayner V. Souza (org.). Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde; Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 3).

CHACON, Suely Salgueiro; NASCIMENTO, Verônica Salgueiro do. Para além do (pré)conceito e do discurso: proposta de avaliação de políticas públicas com base na sustentabilidade. *Revista Aval*, Fortaleza, v. 4, n. 18, p. 62–87, jul./dez. 2020.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds.). *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: EMBRAPA, 2004. ISBN 85-7383-260-6.

FORTALEZA. *121 Bairros: Fortaleza em Bairros*, 2025. Disponível em: <https://bairros.fortaleza.ce.gov.br/>. Acesso em: 4 jun. 2025.

FORTALEZA. *Meio ambiente: Fortaleza amplia cobertura vegetal em mais de 230 mil novas árvores*, 2024. Disponível em: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/meio-ambiente-fortaleza-amplia-cobertura-vegetal-em-mais-de-230-mil-novas-arvores>. Acesso em: 3 jul. 2025.

GIBSON, Robert B. *Sustainability assessment: criteria and processes*. London: Earthscan, 2006.

KNIESS, Cláudia Terezinha; PHILIPPI JR., Arlindo; AGUIAR, Alexandre de Oliveira e; CONTI, Diego de Melo. Inovação urbana e recursos humanos para gestão de cidades sustentáveis. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 33, n. 97, p. 119–135, 2019. DOI: 10.1590/s0103-4014.2019.3397.007. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/164920>. Acesso em: 9 jul. 2025.

LEMENHE, Maria Auxiliadora. *As razões de uma cidade: conflito de hegemonias*. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1991.

MARICATO, Ermínia. *Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana*. Petrópolis: Vozes, 2001.

NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: Nações Unidas, 2015.

PAIVA, A. C. Q. Áreas verdes urbanas no município de Fortaleza - CE: uma proposta de classificação e de utilização do cadastro territorial *multifinalitário na gestão pública*. 2020. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2020.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANTILLI, Juliana. *Socioambientalismo e novos direitos: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural*. São Paulo: Fundação Peirópolis, 2005.

WILSON, Ben. *Metrópole: a história das cidades, a maior invenção humana*. Tradução de Odorico Leal. São Paulo: Companhia das Letras, 2024.