

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO E ÁREAS VERDES NA CIDADE DE FORTALEZA – CE

Ana Carla de Queiroz Paiva

Secretaria Municipal das Finanças de Fortaleza, Fortaleza, CE, Brasil
endaac@gmail.com

Rodrigo Guimarães de Carvalho

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil
rodrigocarvalho@uem.br

Marco Lunardi Escobar

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, Brasil
marcoescobar@uem.br

Ilton Araújo Soares

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
Natal, RN, Brasil
iltonet@yahoo.com.br

Frederico de Holanda Bastos

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil
fred.holanda@uece.br

RESUMO

Este artigo teve como objetivo analisar a distribuição espacial da vegetação e das áreas verdes na cidade de Fortaleza/CE e sua relação com aspectos socioambientais. Os procedimentos metodológicos foram divididos nas etapas de pesquisa bibliográfica e documental, levantamento de material geocartográfico e de sensoriamento remoto e análise dos dados. Aplicou-se o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para a identificação das áreas com cobertura vegetal utilizando o *software* QGIS 3.4.8. Foram estabelecidas escalas e categorias de distribuição espacial da vegetação para análise dos dados e calculado o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) para os bairros e a partir daí foram feitas análises de associação entre o ICV e o IDH. Também foi calculado o Índice de Área Verde por Habitante. Fortaleza possui 25,15% do seu território coberto por vegetação (78.843.065,03 m²), onde 36,46% representam vegetação densa, e 63,54% correspondem à vegetação menos densa. 50,19% da cobertura vegetal da cidade está concentrada em apenas 10 bairros de Fortaleza. A maior parte da cobertura vegetal encontra-se na porção Leste do município, cuja expansão urbana ainda está em consolidação e abriga algumas unidades de conservação (UCs) importantes. As UCs e o Sistema de Áreas Verdes do município contribuem para resguardar uma parcela da vegetação.

Palavras-chave: Meio ambiente urbano. Áreas protegidas. Planejamento urbano.

ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF VEGETATION AND GREENSPACES IN THE CITY OF FORTALEZA – STATE OF CEARÁ

ABSTRACT

The purpose of this paper was to analyze the spatial distribution of vegetation and greenspaces in the city of Fortaleza, State of Ceará, and its relationship with socio-environmental aspects. The methodological procedures were divided into the stages of bibliographic and documental research, geo-cartographic and remote sensing material survey and data analysis. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) using QGIS 3.4.8 software was applied to identify the areas with vegetation cover. Scales and categories of spatial distribution of vegetation were defined for data analysis, the Vegetation Cover Ratio (VCR) for the districts was calculated and, from there, association analyses between the VCR and HDI were performed. The Ratio of Greenspace per Inhabitant was also calculated. In the city of Fortaleza, 25.15% of the territory is covered by vegetation (78,843,065.03sqm), with

36.46% representing dense vegetation and 63.54% corresponding to less dense vegetation. Only 10 districts in the city of Fortaleza concentrate 50.19% of the vegetal cover. Most of it is in the eastern region of the city, whose urban expansion consolidation is still in progress and holds some important Conservation Units (CUs). The CUs and the System of Greenspaces of the city contribute to safeguard part of the vegetation.

Keywords: Urbanenvironment. Protectedareas. Urbanplanning.

INTRODUÇÃO

Um dos importantes desafios para a gestão de espaços urbanos no Brasil é a manutenção e gestão de áreas verdes. As cidades são edificadas sob um determinado contexto ambiental e apresentam uma história própria de expansão, desenvolvimento e gestão que, no seu entrelaçamento, formulam as paisagens urbanas atuais. Isso torna cada cidade um objeto de estudo particular, com características próprias em relação à situação da distribuição e caracterização de sua vegetação intraurbana e das suas áreas verdes.

A importância da vegetação para as cidades é cada vez mais reconhecida, pois para muitos cidadãos a cobertura vegetal tem uma função de satisfação psicológica e cultural, além da alta relevância de todos os serviços ambientais prestados (NUCCI, 2008; LOBODA e ANGELIS, 2005). Assim, dentre os benefícios dessas áreas destacam-se: a melhoria da saúde física e psicológica, o incentivo à prática de atividade física, a redução da poluição do ar, a amenização das temperaturas locais, o controle do escoamento das águas pluviais, a valorização estética e a criação de habitats potenciais para fauna e flora de pequeno porte (NUCCI, 2008; SAZ-SALAZAR e RAUSELL-KÖSTER, 2008).

É importante destacar que nem toda vegetação disposta nas áreas urbanas pode ser classificada como áreas verdes, pois isso vai depender fundamentalmente da definição adotada, seja ela científica, técnica ou jurídica. Cabe destacar que não existe um conceito único para áreas verdes, o que dificulta o desenvolvimento e a evolução das pesquisas (TAYLOR e HOCHULI, 2017). BARGOS e MATIAS (2011) destacam que os termos “áreas verdes”, “espaços/áreas livres”, “arborização urbana” e “verde urbano” têm sido frequentemente utilizados no Brasil para designar espaços com vegetação intraurbana, causando, portanto, muita confusão para o desenvolvimento de métodos de mapeamento e classificação desses espaços. Outro ponto que também gera dificuldades é a questão da escala de análise e mapeamento, pois, as áreas verdes podem variar de 1 hectare a mais de 1.000 hectares.

O crescimento urbano acelerado sem o devido cumprimento do Plano Diretor Municipal ocasiona impactos significativos nas áreas verdes (NOR et al., 2017; PERVAIZ et al., 2019). Durante o processo de expansão urbana das cidades brasileiras, são raros os casos em que se observa um cuidado com a preservação da vegetação e, portanto, das áreas verdes, a ponto de promover uma qualidade ambiental significativa e bem distribuída para todos os habitantes. Dessa forma, os resquícios da vegetação original das cidades se devem, na maior parte dos casos, a questões estratégicas de reserva de mercado e especulação imobiliária ou porque contêm algum tipo de restrição legal ambiental, como por exemplo, a existência de unidade de conservação ou área de preservação permanente.

Fortaleza, capital do estado do Ceará, apresenta um crescimento urbano desordenado que ocorre sobre sistemas ambientais costeiros como, por exemplo, os tabuleiros pré-litorâneos, planície litorânea e planície fluviomarina (FORTALEZA, 2007), o que vem ocasionando uma perda gradativa da vegetação original na medida em que a cidade se expande. Isso repercute diretamente na necessidade de se pensar sobre as políticas públicas, planos, programas e projetos para a proteção da vegetação ainda existente no município e para a criação e gestão de áreas verdes.

Conhecer a localização geográfica, a dimensão e a classificação das áreas verdes dentro da urbe são saberes de grande valor, principalmente para a administração pública, para que haja o direcionamento

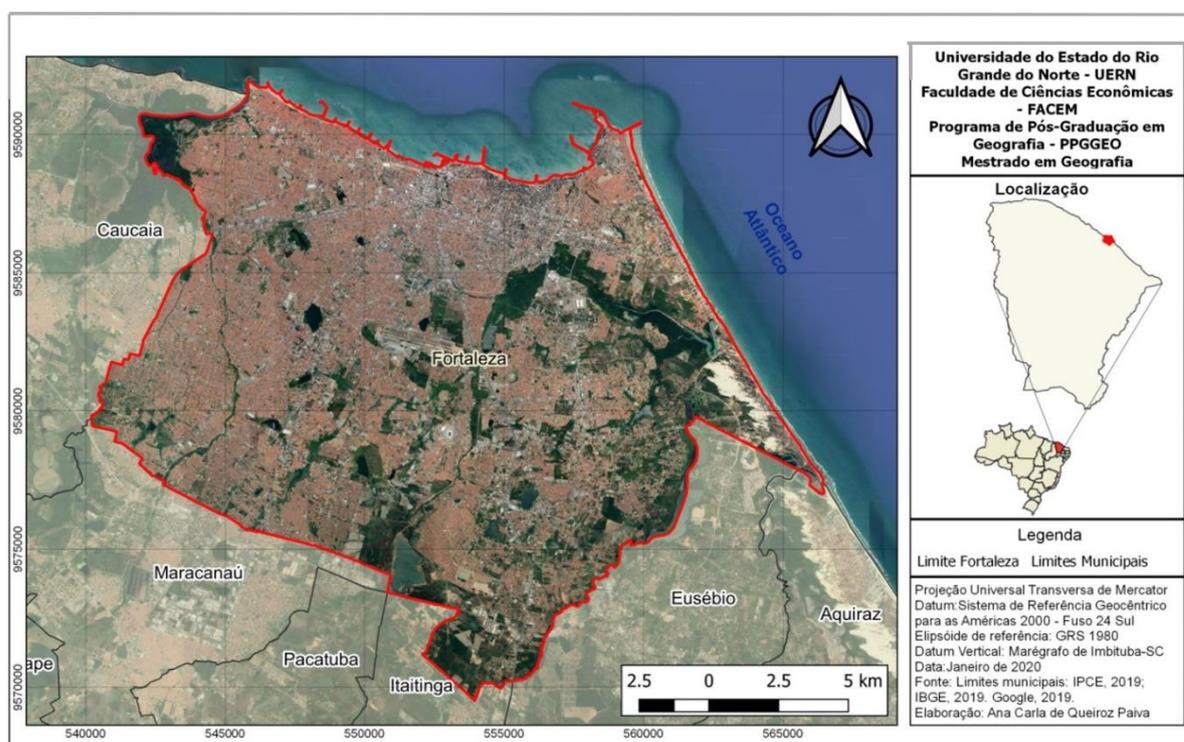
mais preciso nas ações de gestão, controle, manejo, ampliação e acompanhamento do raio de influência dessas áreas. Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo foi analisar a distribuição espacial da vegetação e das áreas verdes na cidade de Fortaleza e sua relação com os aspectos socioambientais.

MATERIAL E MÉTODO

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Fortaleza possui uma área territorial aproximada de 312 km², totalmente inserida em espaço urbano (Figura 1). Destaca-se como a quinta maior capital do país em termos populacionais, com uma estimativa de 2.686.612 habitantes (IBGE, 2020) divididos em 121 bairros.

Figura 1 - Fortaleza (CE): Mapa de localização do município de Fortaleza, capital do estado do Ceará, 2020.



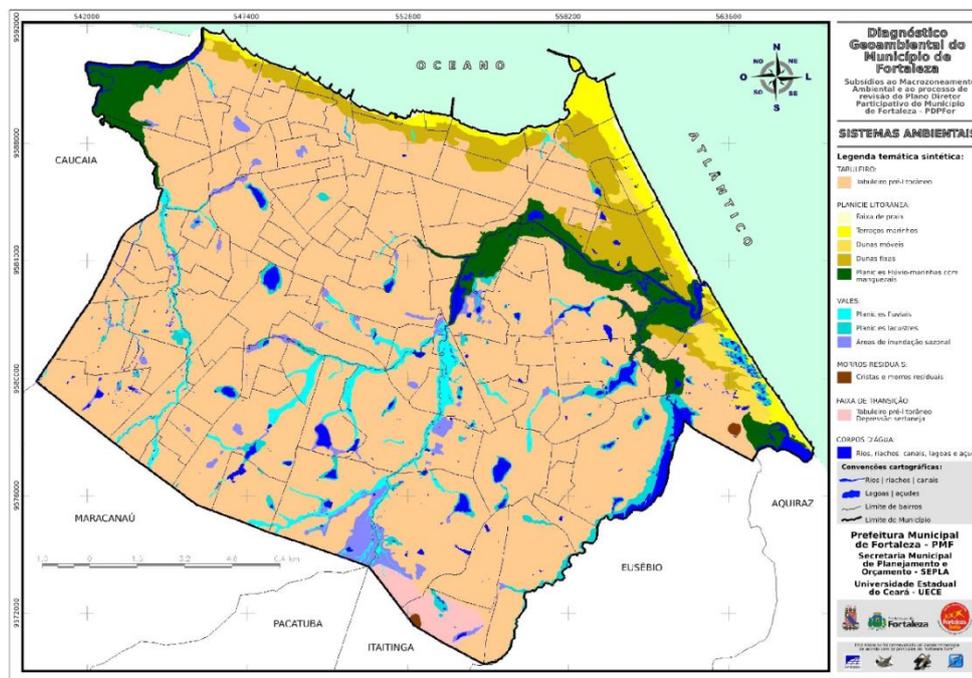
Fonte - Paiva (2020).

Do ponto de vista natural, a cidade desenvolveu-se sobre sistemas ambientais representados especialmente pelos tabuleiros pré-litorâneos, planície litorânea e a planície fluviomarinha (Figura 2), tendo a vegetação Mata de Tabuleiros, o Complexo Vegetal Litorâneo e a Vegetação Paludosa Marítima de Mangue como as principais unidades fitoecológicas associadas (FORTALEZA, 2007).

O sistema ambiental que ocupa a maior área em Fortaleza é o tabuleiro pré-litorâneo e, por se tratar de um ambiente de relevo plano, a ocupação foi facilitada com forte adensamento populacional no setor Oeste da cidade. Já o setor Leste, ao longo da sua história de ocupação, manteve bairros com menor adensamento populacional, preservando, portanto, maiores enclaves de vegetação relacionadas a sistemas ambientais, como a planície litorânea, planície fluviomarinha e planícies de inundação

sazonal, justificando a criação de áreas protegidas nesse setor (FORTALEZA, 2007).

Figura 2 - Fortaleza (CE): Mapa de espacialização dos sistemas ambientais de Fortaleza, 2007.



Fonte - Fortaleza (2007).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na realização desta pesquisa foi definida uma metodologia dividida em quatro etapas: 1) Pesquisa bibliográfica; 2) Pesquisa documental; 3) Levantamento de material geocartográfico e de sensoriamento remoto e; 4) elaboração de mapas e análise dos dados.

As duas primeiras etapas começaram por análises bibliográficas e leituras comparadas de artigos, considerando o conceito de área verde, os métodos de classificação e a produção científica sobre os aspectos ambientais da cidade de Fortaleza. Posteriormente foram consultados relatórios técnicos advindos dos seguintes órgãos municipais: Secretaria das Finanças (SEFIN), Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) e Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR). Também foram realizados o levantamento e a análise da legislação ambiental pertinente, considerando as esferas federal, estadual e municipal.

As duas etapas finais iniciaram com a aquisição de produtos cartográficos e imagens de satélites, sendo possível realizar as primeiras análises sobre a disposição da cobertura vegetal do município de Fortaleza/CE. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para realizar o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) com a utilização do *software* gratuito de Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGIS 3.4.8(QGIS, 2019).

No cálculo do NDVI foi utilizada a cena do satélite Landsat 8 com sensores OLI, órbita 217, ponto 63, do dia 13/06/2018, obtida gratuitamente por meio do *site Remote Pixel*(REMOTE PIXEL, 2019). O critério utilizado para a escolha da imagem foi realizado com base na menor presença de nuvens, aproveitando o final da quadra chuvosa em Fortaleza. O processo da análise ocorreu a partir de três etapas: pré-processamento das imagens, cálculo do NDVI e reclassificação do NDVI.

Antes de realizar o cálculo do índice, foi necessário realizar a correção atmosférica da imagem. Eduardo e Silva (2013) explicam que a presença da atmosfera pode causar a diminuição da faixa de valores digitais registrados pelo sensor, como também a redução do contraste entre as superfícies próximas e a modificação do brilho na imagem. A realização da correção compôs a etapa de pré-processamento das imagens como preparação para o cálculo do índice.

Para o ajuste da correção, foi utilizado o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)* do software QGIS 3.4.8. O complemento utiliza o método DOS 1 (*Dark Object Subtraction*). Nesse método, temos a probabilidade da existência de alvos (pixels) escuros nas imagens, como, por exemplo, sombras produzidas pela topografia ou por nuvens que, por sua vez, deveriam apresentar um Número Digital (ND) muito baixo na imagem, correspondente a cerca de 1% de reflectância (CHAVEZ JR., 1988). Dessa forma, a correção é realizada a partir da subtração dos valores estimados, considerando um espalhamento uniforme em toda a imagem (SANCHES et al., 2011).

Após a correção foi realizado o cálculo do NDVI com a utilização das bandas 4 e 5 das cenas do Landsat 8, correspondentes ao Vermelho e Infravermelho Próximo. O índice varia de -1 a 1, em que, quanto mais próximo de um, maior a presença de vegetação. O resultado foi obtido a partir da Equação 1. O NIR corresponde à refletância no comprimento de onda do Infravermelho Próximo (0,76 a 0,90 μm) e RED corresponde à refletância no comprimento de onda do Vermelho (0,63 a 0,69 μm).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (1)$$

Após a elaboração do NDVI, foi realizada a reclassificação da imagem com o objetivo de sistematizar a análise, estabelecendo nos níveis classes (1 a 4) e seguiu os parâmetros demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Fortaleza (CE): Reclassificação do NDVI do município de Fortaleza/CE, 2018.

Reclassificação	Intervalo	Classe atribuída
1	< 0	Corpos d'água
2	≥ 0 a < 0,5	Solo exposto/urbano
3	$\geq 0,5$ a < 0,7	Cobertura vegetal menos densa
4	$\geq 0,7$	Cobertura vegetal densa

Fonte - Paiva (2020).

As poligonais das áreas levantadas como vegetadas para a cidade de Fortaleza foram adquiridas a partir do trabalho envolvendo a reclassificação da imagem de satélite Landsat 8. Para a etapa de cálculo da área de cobertura vegetal, foram utilizadas somente as classes 3 e 4, referentes à cobertura vegetal, e foram excluídas as classes 1 e 2, que se referem aos corpos d'água e ao solo exposto ou área urbanizada.

A reclassificação da imagem teve como produto um arquivo, tipo *shapefile*, contendo a extração do perímetro de vegetação, o que permitiu o cálculo da área da vegetação menos densa e vegetação densa, considerando as diferenças nas respostas espectrais, tanto em valores absolutos como relativos para a extensão territorial da cidade. É preciso destacar que a categorização da vegetação em duas classes não influenciou nos cálculos dos índices e serve apenas para fins de representação espacial e análise, objetivando a compreensão de que a vegetação da cidade não é homogênea e apresenta-se com maior ou menor densidade de folhas e clorofila, dependendo do local em que se encontra.

Além de identificar a quantidade de cobertura vegetal dos bairros, foi realizada a quantificação para a cidade aplicando indicadores dependentes e independentes da demografia (OLIVEIRA, 1996). Nesta

pesquisa, foram adotados dois índices de quantificação, em que um deles não adota o indicador de demografia. Depois do mapeamento da cobertura vegetal, foi calculado o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) que estipula valores referentes ao quanto da área em análise possui cobertura vegetal, através da Equação 2.

$$\text{ICV} = \text{Total de área vegetada} / \text{Total da área em análise} \quad (2)$$

Nucci e Cavalheiro (1999) apresentam alguns parâmetros para análise quantitativa do ICV baseados em pesquisas e publicações técnicas. Como valores ideais para o percentual de cobertura vegetal nas cidades, apresentam referências que indicam 30%, 40% ou até 50% na Alemanha e Hungria. Porém, reconhecem que o percentual precisa ser ajustado de acordo com a latitude de cada área urbana, mas, além disso, acredita-se que é preciso reconhecer as particularidades de cada cidade em termos de aspectos naturais e processo histórico de ocupação. No caso de Fortaleza, que está situada próxima à linha do Equador e inserida em um bioma que apresenta um clima semiárido, com temperaturas médias anuais entre 25° e 28°C, considera-se que a vegetação tem um papel de suma importância para a qualidade de vida na cidade e, sendo assim, devem-se considerar os serviços ambientais prestados e a possibilidade de contato com a natureza por parte da população. Portanto, optou-se por adotar neste estudo uma escala em seis níveis descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Fortaleza (CE): Classificação proposta para a vegetação da cidade de Fortaleza, conforme a quantidade de cobertura vegetal existente, 2020.

	Percentual de vegetação	Título da classe de vegetação
I.	de 0 a 10,00%	cobertura vegetação insuficiente
II.	de 10,01% a 20,00%	cobertura vegetação mínima
III.	de 20,01% a 30,00%	cobertura vegetação média
IV.	de 30,01% a 40,00%	cobertura vegetação boa
V.	de 40,01% a 50,00%	cobertura vegetação muito boa
VI.	acima de 50,01%	cobertura vegetação excelente

Fonte - Paiva (2020).

Após análise da distribuição da cobertura vegetal, foram acrescentados os dados da extensão territorial, da população e o Índice de Desenvolvimento Humano por Bairro (IDH-B), considerando que o último levantamento oficial sobre o tamanho da população por bairro foi realizado em 2010 durante o Censo realizado pelo IBGE. A classificação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), utilizado para classificar os países de acordo com o grau do desenvolvimento humano, varia de 0 a 1, em que quanto mais próximo de 1, maior o nível de desenvolvimento humano para o país. Nessa classificação, são considerados os índices de renda, educação e longevidade. O objetivo dessa análise integrada da vegetação por bairro e do IDH-B é perceber se existe alguma relação entre a condição de desenvolvimento humano e a existência de vegetação e/ou áreas verdes, pois um dos fatores que vem sendo discutido nas pesquisas sobre o tema é a questão da acessibilidade de ricos e pobres a espaços verdes nas cidades (NGOM; GOSSELIN; BLAIS, 2016).

O cálculo do IDH-B respeitou a mesma linha metodológica com adaptações às individualidades da região. Este trabalho mostra o desenvolvimento humano dos bairros de Fortaleza por meio de um estudo que relaciona à qualidade de vida com destaque para a renda, educação e longevidade. Seguindo a metodologia de cálculo do IDH, o procedimento para o cálculo do IDH-B de Fortaleza seguiu dois passos. Inicialmente, definiram-se os valores máximos e mínimos dos indicadores que compõem as dimensões da renda, da educação e da longevidade, gerando os subíndices, sendo utilizada a Equação 3:

$$\text{Índice da dimensão } i = \text{Valor } i - \text{Valor Mínimo} / \text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo} \quad (3)$$

O segundo passo consistiu na agregação dos subíndices para produzir o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-B), por meio da média geométrica dos índices das três dimensões, conforme a equação 4:

$$\sqrt[3]{I\text{-Renda} \times I\text{-Educação} \times I\text{-Longevidade}} \quad (4)$$

Outro índice calculado foi o Índice de Área Verde por Habitante (IAVH), produto da divisão do total de área verde pela quantidade da população. No Brasil, normalmente, utiliza-se o parâmetro mínimo de 12 m² de área verde por habitante, conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), (CAVALHEIRO et al., 1999). A fórmula para calcular esse índice é estabelecida na equação 5:

$$\text{IAVH} = \text{Total de área verde} / \text{População da área em análise} \quad (5)$$

Cabe destacar que as áreas verdes consideradas neste estudo foram provenientes do levantamento disponibilizado pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza (SEUMA) e referem-se às áreas verdes do município disponíveis nos loteamentos, largos/jardins, parques e praças, conforme a legislação municipal. Como não foi possível adquirir os dados separados por bairros, esse índice foi calculado para toda extensão da cidade. Os dados oficiais para áreas verdes de Fortaleza constantes na SEUMA, evidentemente, não coincidem com os valores obtidos para a vegetação intraurbana, pois nem toda a vegetação disposta na superfície pode ser considerada área verde. Por outro lado, pode ser que nem toda área verde considerada oficialmente pela prefeitura se adeque aos critérios conceituais mais consagrados na ciência, tendo em vista que muitas dessas áreas podem estar degradadas ou invadidas. No Quadro 2 é possível observar critérios existentes na literatura científica que foram sistematizados pelos autores, a fim de estabelecer de forma clara as diferenças entre área verde urbana e área vegetada urbana especificamente para a cidade de Fortaleza. Por utilizar as áreas verdes urbanas legais de Fortaleza, o cálculo do IAVH tem aqui um caráter exploratório.

Quadro 2 - Critérios que diferenciam Área Verde Urbana e Área Vegetada Urbana para a cidade de Fortaleza.

Critérios avaliativos	Área Verde Urbana	Área Vegetada Urbana
Conceito	Um conceito que engloba, além da vegetação, outros critérios.	Qualquer área que possua vegetação de qualquer porte.
Acesso da comunidade	Poder ser pública ou privada, mas deve ter acesso público.	Pode ser pública ou privada, mas pode não ter acesso público.
Funcionalidade	Deve contribuir com as funções: ecológica, social, estética, psicológica ou educativa.	Não precisa contribuir com as funções ecológicas, social, estética, psicológica ou educativa.
Reconhecimento pelo poder público	Deve ser reconhecida pela gestão pública e gerida pela gestão pública ou privada.	Não precisa ser reconhecida e nem gerida.
Sustentabilidade e educação ambiental	Deve ser um ambiente que resguarde os valores da sustentabilidade e da educação ambiental.	Não precisa resguardar os valores da sustentabilidade e da educação ambiental.
Existência de construção	Indisponível para a construção de moradias.	Pode ser desmatada e ocupada.
Elementos naturais	Pode ser composta por água ou por dunas móveis ou por vegetação espaçada.	Tem que haver vegetação.

Fonte - Paiva (2020)

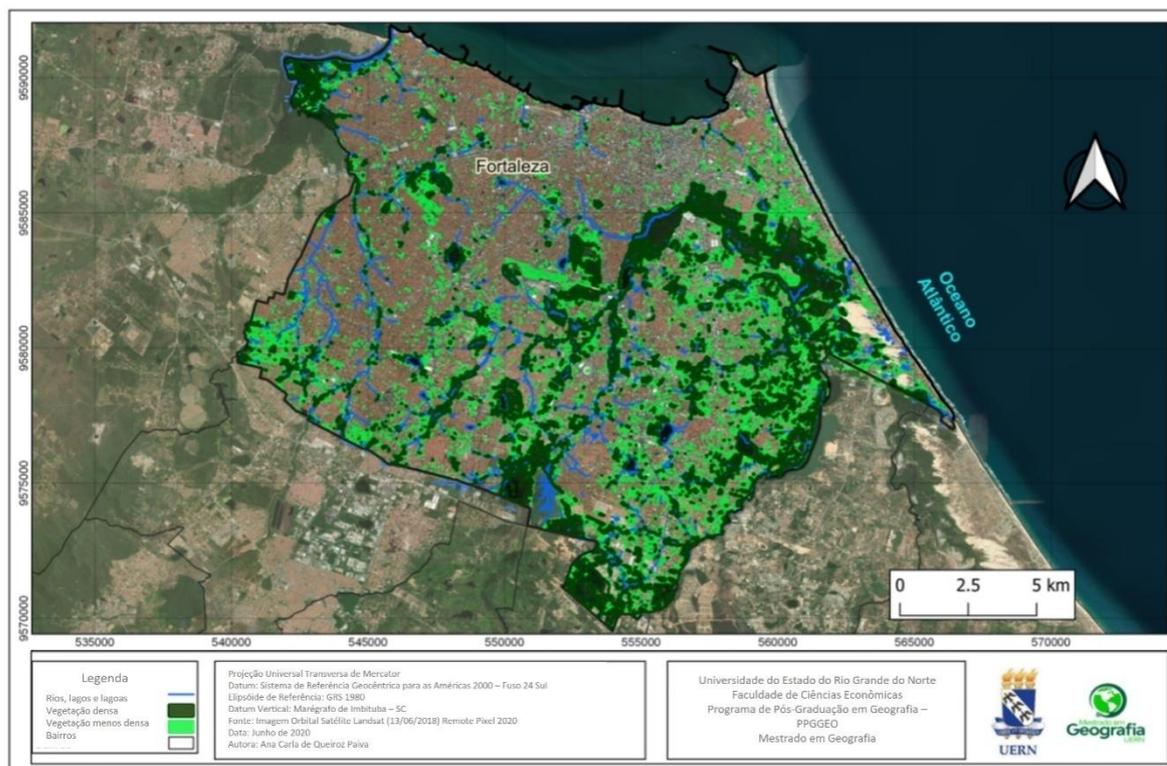
RESULTADOS E DISCUSSÕES

COBERTURA VEGETAL E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Os resultados da pesquisa permitiram identificar áreas com maior e menor quantidade de cobertura vegetal e o índice de cobertura vegetal de Fortaleza (Figura 3), aplicando a técnica do NDVI. Esse modelo de análise também foi aplicado por Pervaiz et. al. (2019) para avaliar a evolução da vegetação urbana na cidade de Lahore, no Paquistão. A pesquisa de Borges e Batista (2020) para as cidades de Maringá e Londrina, no estado do Paraná, também indica uma resposta consistente do NDVI para o conhecimento da disposição da vegetação urbana.

No momento da análise da distribuição da cobertura vegetal, foram observados os dados referentes à extensão territorial e população dos bairros e o Índice de Desenvolvimento Humano por Bairro (IDH-B).

Figura 3 - Fortaleza (CE): Cobertura vegetal do município de Fortaleza - CE, 2018.



Fonte - Paiva (2020).

De acordo com os dados analisados, Fortaleza possui 25% do seu território coberto por vegetação (78.843.065,03 m²), onde 36,46% representam vegetação densa, com 28.751.817,54 m², e 63,54% correspondem à vegetação menos densa, com 50.091.247,49 m². O Inventário Ambiental de Fortaleza (FORTALEZA, 2003) e o livro "Demandas do movimento ambiental por áreas verdes em Fortaleza" (COSTA, 2014) fazem referência a estudos sobre a vegetação na cidade e revelam que em 1968 havia 65,79% de vegetação nativa, em 1990 16,64% e em 2002 7,06%. Contudo, esses estudos podem ser imprecisos devido à utilização de métodos e técnicas diferentes, com imagens de satélite de baixa resolução espacial ou terem problemas de ordem metodológica e conceitual. Outra questão difícil de avaliar é como identificar a vegetação nativa ou não.

De fato, o crescimento urbano acarreta a redução da cobertura vegetal das cidades ao longo do tempo, o que pode ser verificado em estudos como, por exemplo, Nor et al. (2017), Pervais et al. (2019) e Borges e Batista (2020). Isso ocorre em um contexto de expansão do capitalismo global no pós-guerra (meados do século XX), com grande crescimento da industrialização, da economia e, conseqüentemente, da urbanização. A questão ambiental só passou a ser inserida de maneira mais efetiva nos planejamentos urbanos das cidades brasileiras nas últimas décadas do século XX.

Os 10 bairros com maior concentração de vegetação em valores absolutos somam 39.571.751,30m² de cobertura vegetal (Tabela 2), correspondendo a 50,19% do total da vegetação da cidade. Relativo aos dez bairros com menor área de cobertura vegetal, eles representam um total de 18.190,68 m², 0,02% da cobertura vegetal do município (Tabela 3).

Tabela 2 - Fortaleza (CE): Os 10 bairros da cidade de Fortaleza com maiores áreas de cobertura vegetal em m², 2018.

	Bairro	Vegetação Densa (m²)	Vegetação Menos Densa (m²)	Vegetação Total (m²)
1.	Edson Queiroz	3.916.873,33	4.364.655,01	8.281.528,34
2.	Lagoa Redonda	2.210.619,73	4.539.417,21	6.750.036,94
3.	Pedras	2.091.051,58	2.445.032,53	4.536.084,11
4.	Prefeito José Walter	1.909.759,73	1.762.447,03	3.672.206,76
5.	Sabiaguaba	888.282,28	2.413.262,84	3.301.545,13
6.	Aeroporto	1.206.222,76	1.923.177,85	3.129.400,61
7.	Manuel Dias Branco	1.093.129,86	1.802.342,12	2.895.471,98
8.	Paupina	1.005.732,12	1.470.258,54	2.475.990,67
9.	Vila Velha	1.021.783,26	1.328.764,83	2.350.548,09
10.	Siqueira	332.526,63	1.846.412,04	2.178.938,67
Total		15.675.981,29	23.895.770,01	39.571.751,30

Fonte - Paiva (2020).

Tabela 3 - Fortaleza (CE): Os 10 bairros da cidade de Fortaleza com menores áreas de cobertura vegetal em m², 2018.

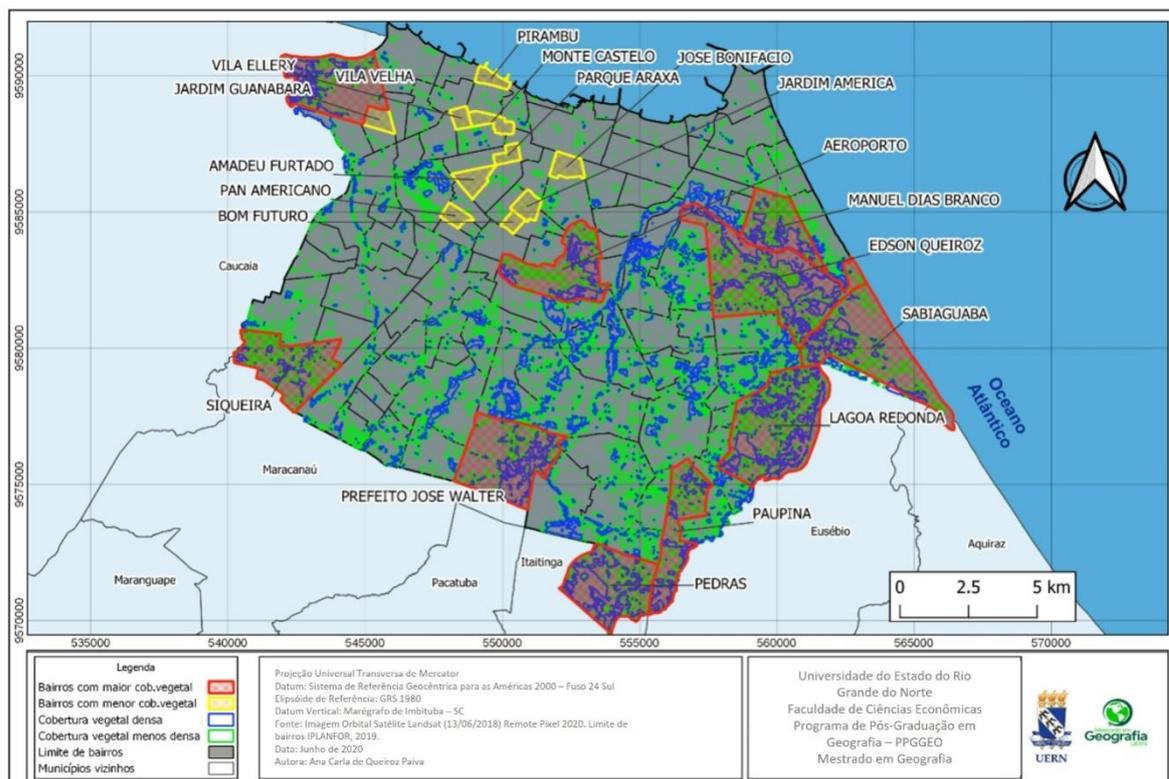
	Bairro	Vegetação Densa m²	Vegetação Menos Densa m²	Vegetação Total m²
1.	Jardim Guanabara	0,00	0,00	0,00
2.	Pan Americano	0,00	0,00	0,00
3.	Pirambu	0,00	0,00	0,00
4.	Bom Futuro	0,00	73,97	73,96
5.	Parque Araxá	0,00	1.625,70	1.625,70
6.	Amadeu Furtado	0,00	1.625,70	1.625,70
7.	José Bonifácio	0,00	2.438,54	2.438,54
8.	Vila Ellery	0,00	3.494,50	3.494,50
9.	Jardim América	0,00	4.064,24	4.064,24
10.	Monte Castelo	0,00	4.868,04	4.868,04
Total		0,00	18.190,68	18.190,68

Fonte - Paiva (2020).

A reflexão mais importante que se obteve do resultado da distribuição da cobertura vegetal foi que metade da cobertura vegetal de Fortaleza está dividida em apenas 10 dos 121 bairros, porém, como foi apresentado, trata-se de bairros com grande área territorial, a maioria (seis bairros) localizados no

setor Leste do município, cuja expansão urbana ainda não foi plenamente consolidada (Figura 4). Assim, metade da vegetação ocupa aproximadamente 25% da área municipal, o que indica problemas relacionados com a qualidade ambiental em outras partes da cidade, principalmente nos bairros que apresentaram um baixo percentual de cobertura vegetal, assim como problemas em relação à distribuição de áreas verdes e acessibilidade para toda a população.

Figura 4 - Fortaleza (CE): Bairros com maior e menor cobertura vegetal de Fortaleza - CE, 2018.



Fonte - Paiva (2020).

Dividir o estudo de cobertura vegetal por bairro facilita a análise e diagnóstico das ações a serem tomadas, pois quanto menor a unidade de investigação, mais informações podem ser adquiridas, devendo ser elaboradas estratégias mais personalizadas, permitindo assim, a obtenção de melhores resultados. Dessa forma, foram evidenciadas duas importantes questões: 1) a amenização do clima urbano pela vegetação (ABREU e LABAKI, 2010; GOMES e AMORIM, 2003; SILVEIRA e CARVALHO, 2016; SHINZATO e DUARTE, 2018), no caso da cidade de Fortaleza, não é bem distribuída entre os bairros e impossibilita grande parte da população a esse serviço ambiental representado com a melhoria do conforto térmico; 2) considerando o conceito de áreas verdes urbanas como espaços de contemplação, visitação pública, lazer e educação ambiental, considera-se que boa parte da população de Fortaleza tem o acesso dificultado a esse tipo de serviço que é tão importante em áreas urbanas (NGOM; GOSSELIN; BLAIS, 2016).

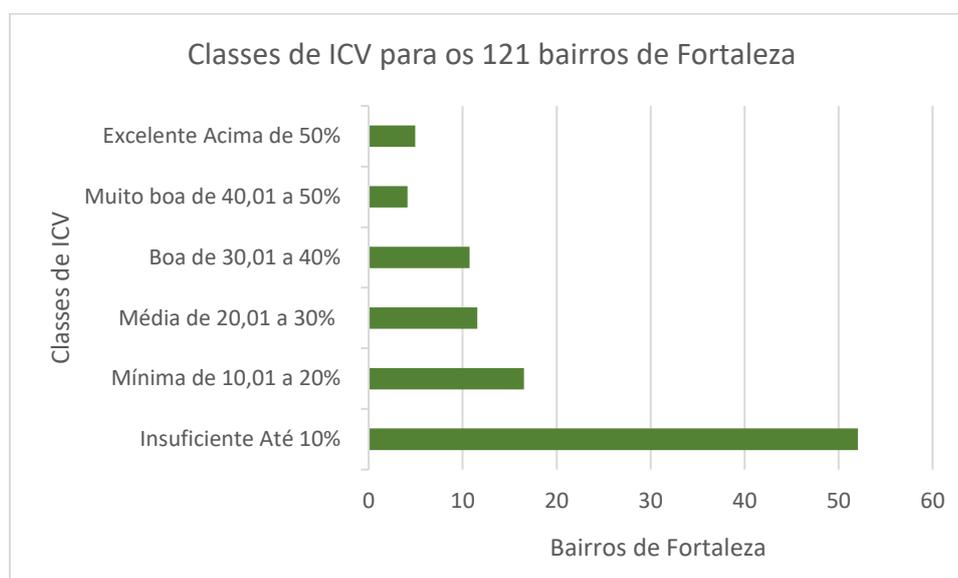
Ressalta-se ainda que existe uma assimetria entre a parte Oeste (pouco vegetada) e Leste (muito vegetada), fato decorrente da forma como ocorreu a expansão urbana de Fortaleza, pois a ocupação da sua zona Oeste na segunda metade do século XX se deveu à ampliação do proletariado associado aos equipamentos industriais instalados naquele setor (MÁXIMO, 2019). A zona Oeste se expandiu primeiro e o crescimento de moradias voltadas para as classes de baixa renda prevaleceu. O lado Leste da cidade, por sua vez, além de ainda possuir muitas áreas sem construção, abriga algumas unidades de conservação importantes, como o Parque Estadual do Cocó e o Parque Natural Municipal da

Sabiaguaba.

ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL E ÍNDICE DE ÁREA VERDE POR HABITANTES

Depois de verificar os bairros com maior e menor concentração de cobertura vegetal, foi calculado o Índice de Cobertura Vegetal (ICV). Fortaleza obteve um ICV de 25,15%, o que a classifica como uma cobertura vegetal média. Na distribuição da cobertura vegetal entre os bairros, obteve-se a classificação conforme a Figura 5.

Figura 5 - Fortaleza (CE): Classificação detalhada dos bairros de Fortaleza conforme classes de ICV, 2018.

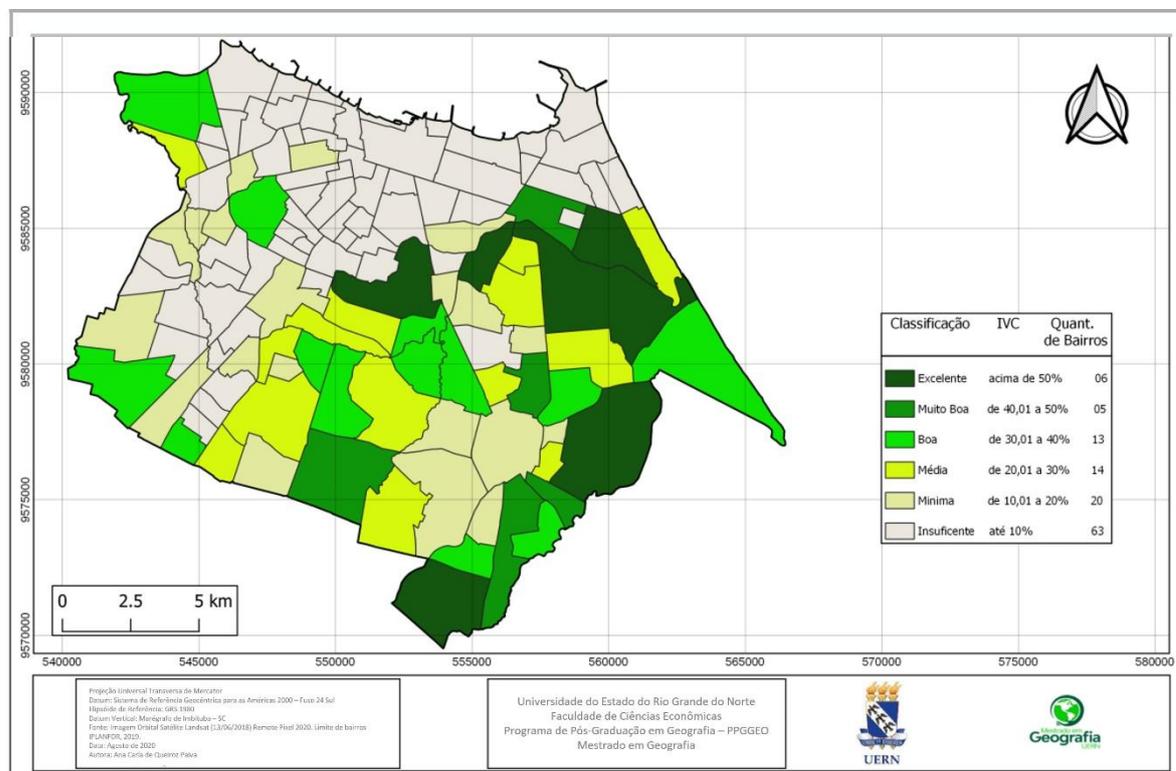


Fonte - Paiva (2020).

A análise da cobertura vegetal intraurbana considerando o ICV por bairro mostra que 52,06% dos bairros apresentam uma cobertura vegetal insuficiente, 16,52% uma cobertura vegetal mínima, 11,57% uma cobertura vegetal média, 10,74% uma cobertura vegetal boa, 4,13% uma cobertura vegetal muito boa e 4,95% uma cobertura vegetal excelente. Observa-se que a maioria dos bairros encontra-se em uma situação muito ruim em relação à presença de cobertura vegetal e, as três classes superiores, a partir do ICV de 30,01%, somam 19,82% dos bairros. É preciso perceber que a assimetria em relação à distribuição da cobertura vegetal é visível entre o setor Oeste e Leste da cidade (Figura 6) e guarda uma relação estreita com as características naturais e do processo histórico de expansão urbana de Fortaleza, como citado anteriormente.

Ao mesmo tempo em que Fortaleza possui três bairros com ICV igual a zero, Jardim Guanabara, Pan Americano e Pirambu, apresenta bairros com ICV muito alto, com valores acima de 50%, casos dos bairros Salinas (83,96%), Manuel Dias Branco (65,07%), Pedras (63,17%), Edson Queiroz (59,84%), Lagoa Redonda (58,70%) e Aeroporto (50,23%). A existência de ICVs tão diferentes resulta da ocupação urbana diferenciada para cada bairro de Fortaleza e ausência histórica de planejamento com relação à criação, manutenção e gestão de áreas verdes nos bairros. Alguns bairros ainda não estão totalmente ocupados, localizados nas áreas periféricas da cidade, apresentando vazios urbanos e existem bairros que apresentam terras livres de construção, aguardando a implantação de infraestrutura pelo poder público e, com ela, a valorização comercial. Portanto, mesmo existindo cobertura vegetal, boa parte dessas áreas não está resguardada e protegida como áreas verdes e poderão ser perdidas nas próximas décadas com o crescimento da ocupação urbana.

Figura 6 - Fortaleza (CE): Índice de Cobertura Vegetal de Fortaleza por bairro, 2018.



Fonte - Paiva (2020).

O entendimento surgido a partir da análise do espaço urbanizado e da cobertura vegetal existente traz caracterizações importantes para a qualificação ambiental da cidade, com sua capacidade de agregar valores para a qualidade de vida. Sendo assim, a vegetação é um importante indicador para medir a qualidade ambiental. Entretanto, essas áreas devem apresentar uma distribuição espacial de forma mais ou menos homogênea por todo o território para que a qualidade seja bem distribuída e acessível aos moradores da cidade. Entretanto, sabe-se que isso é muito difícil, devido, em parte, às configurações físico-naturais e ao processo de uso e ocupação que se desenvolveu a partir do século XX em Fortaleza.

Uma questão a ser ponderada é que não deve ser atribuída à relação de maior cobertura vegetal para bairros com maior IDH-B, nem os bairros com menor cobertura vegetal aos índices mais baixos de IDH-B (Tabelas 4, 5 e 6). Com a integração dos resultados, observa-se que na parte Sul/Leste da cidade é onde se concentra a maior parte da cobertura vegetal, mas não é a mesma área que possui os melhores IDH-B. Os bairros com os melhores índices de desenvolvimento não constam na classificação dos 10 bairros com maior cobertura vegetal, como pode ser visto na Tabela 4, onde o bairro mais bem colocado no IDH-B é o Prefeito José Walter, na posição 43. Observando os 10 bairros com menor ICV, percebe-se que oito estão classificados até a colocação 50 no ranking do IDH-B, com destaque para José Bonifácio, Amadeu Furtado e Parque Araxá, que estão classificados nas posições 12, 16 e 17 do IDH-B, respectivamente.

Dos 10 bairros com melhor IDH-B (Tabela 5), apenas um bairro teve ICV acima dos 30%, o bairro Cocó, que ficou em 6º lugar no IDH-B, com ICV de 49,33%. O bairro Guararapes, o 5º no IDH-B, ficou classificado com ICV de média qualidade com valor de 25,13% para esse índice. Os outros oito bairros de melhor IDH-B ficaram com índices muito baixos de ICV.

Os 10 bairros com pior IDH (Tabela 6) apresentaram um resultado bem diferente em relação ao ICV encontrado nos 10 bairros com maior IDH, sendo que três apresentam ICV acima de 30%, e sete apresentam ICV entre 10,00% e 30,00%, portanto, nenhum desses bairros apresentou ICV abaixo de 10,00%, que, conforme classificação proposta nesse estudo, refere-se a áreas com cobertura vegetal insuficiente.

Tabela 4 - Fortaleza (CE): Os 10 bairros com maior ICV e os 10 bairros com menor ICV e suas posições em relação ao ranking de IDH-B no município de Fortaleza – CE, 2018.

10 bairros com maior ICV	ICV	Posição do IDH-B	10 bairros com menor ICV	ICV	Posição do IDH-B
Edson Queiroz	59,83	57	Jardim Guanabara	0,00	65
Lagoa Redonda	58,70	90	Pan Americano	0,00	49
Pedras	63,71	85	Pirambu	0,00	95
Prefeito José Walter	43,51	43	Bom Futuro	0,02	28
Sabiaguaba	32,66	84	Parque Araxá	0,34	17
Aeroporto	50,23	110	Amadeu Furtado	0,17	16
Manuel Dias Branco	65,07	63	José Bonifácio	0,27	12
Paupina	45,77	92	Vila Ellery	0,76	41
Vila Velha	32,92	81	Jardim América	0,53	37
Siqueira	34,31	115	Monte Castelo	0,62	38

Fonte - Paiva (2020).

Tabela 5 - Fortaleza (CE): Relação dos 10 bairros com melhor IDH-B, 2010.

Bairro	CV	Posição do IDH-B	Valor do IDH
Meireles	1,82	1	0,953077045
Aldeota	1,44	2	0,866535396
Dionísio Torres	1,43	3	0,859689667
Mucuripe	1,57	4	0,793081592
Guararapes	15,13	5	0,767800765
Cocó	19,33	6	0,762265600
Praia de Iracema	1,69	7	0,720062247
Varjota	2,45	8	0,717610078
Fátima	1,82	9	0,694795867
Joaquim Távora	1,06	10	0,662519548

Fonte - Paiva (2020).

Tabela 6 - Fortaleza (CE): Relação dos 10 bairros com piores IDH-B, 2010.

Bairro	ICV	Posição do IDH-B	Valor do IDH
Conjunto Palmeiras	24,46	119	0,119471077
Parque Pres. Vargas	32,51	118	0,135189475
Canidezinho	18,50	117	0,13627704
Genibau	12,76	116	0,138642057
Siqueira	34,31	115	0,148674574
Praia do Futuro II	26,97	114	0,167904366
Planalto Ayrton Senna	14,69	113	0,168312254
Granja Lisboa	10,31	112	0,169986701
Jangurussu	20,00	111	0,172086984
Aeroporto	50,23	110	0,176845246

Fonte - Paiva (2020).

Portanto, percebe-se que a vegetação existente em Fortaleza não é bem distribuída espacialmente, assim como não se podem vincular os bairros com um maior IDH à existência de mais vegetação. Pelo contrário, bairros com IDH baixo apresentam, em geral, mais resquícios da vegetação remanescente dos sistemas ambientais da cidade e de vegetação modificada. Isso demonstra a falta de planejamento urbano para a manutenção da vegetação de forma bem distribuída na cidade e, conseqüentemente, a criação e gestão de áreas verdes. Dessa forma, áreas vegetadas existentes em bairros periféricos, com baixo IDH, acabam se tornando um problema em relação à violência urbana e por servirem de depósito de lixo clandestino.

No cálculo do Índice de Área Verde por Habitante (IAVH), foram analisados os dados informados pela SEUMA, demonstrados na Tabela 7. Considerando que se constatou uma área de 78.843.065,03 m² com cobertura vegetal na cidade, as áreas declaradas pela prefeitura como áreas verdes representam 61,40% do total de cobertura vegetal identificada. Contudo, é certo que existem muitas áreas verdes institucionais desprovidas de vegetação, ocupadas ou, até mesmo, em áreas de dunas móveis que são naturalmente desprovidas de vegetação, sendo essa uma particularidade do município de Fortaleza que se situa, em parte, na planície litorânea.

Tabela 7 - Fortaleza (CE): Distribuição da área verde em m² do município de Fortaleza – CE, 2018.

Áreas Verdes - 2018 (m²)	
Áreas verdes dos loteamentos	6.659.151,13
Largos/jardins	11.955,09
Praças	1.976.893,92
Parques	39.766.594,92
Total	48.414.594,56

Fonte - Fortaleza (2020).

O resultado da aplicação da fórmula do IAVH para o município de Fortaleza teve o resultado de 19,74 m²/hab., considerando os dados do último recenseamento feito pelo IBGE em 2010 (IBGE, 2011). Fortaleza apresenta um valor do IAVH acima do mínimo estabelecido pela OMS (12 m²/hab.), contudo, essa informação é genérica e não é suficiente para a compreensão do desempenho das áreas verdes frente às suas finalidades básicas de promoção da qualidade ambiental e de vida.

Apesar dos resultados referentes ao índice geral para todo o município serem considerados relativamente bons com ICV médio e IAVH acima do estabelecido internacionalmente, quando a análise é feita por bairro, o que se observa é uma discrepância em relação à existência de áreas vegetadas.

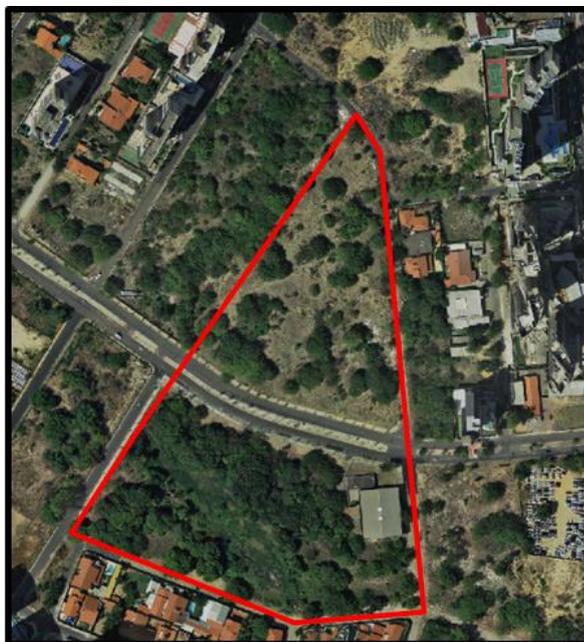
É possível verificar que as áreas verdes podem ser apenas áreas vegetadas e, sem os cuidados necessários com a vegetação existente, esses espaços destinados a serem utilizados como área verde ou áreas institucionais são ocupados por construções irregulares (Figuras 7 e 8), comuns nas grandes cidades devido à existência da necessidade de se ocuparem os espaços como moradia ou fonte de renda, e, se as áreas estão desprotegidas, sem vigilância ou sem uso pela sociedade, elas possuem as características que indicam um grande potencial para serem ocupadas indevidamente.

Figura 7 - Fortaleza (CE): Construções irregulares em via pública e na área vizinha (polígono vermelho) destinada à implantação da área verde, 2016.



Fonte - Fortaleza (2016).

Figura 8 - Fortaleza (CE): Parque Urbano Bosque Geisel sem implantação de suas funções essenciais para a efetivação da área verde, 2016.



Fonte - Fortaleza (2016).

É importante destacar nesse estudo o papel que vem sendo cumprido pelas unidades de conservação da natureza (UCs) dispostas no território de Fortaleza para assegurar a disponibilidade de áreas verdes com todos os seus atributos e critérios para os cidadãos. Percebe-se que áreas com relevância ecológica para o município foram definidas legalmente como UCs estaduais e municipais, o que confere uma melhor garantia em termos de disputas judiciais que possam surgir em relação a conflitos fundiários, assim como, facilita o processo de implantação e gestão.

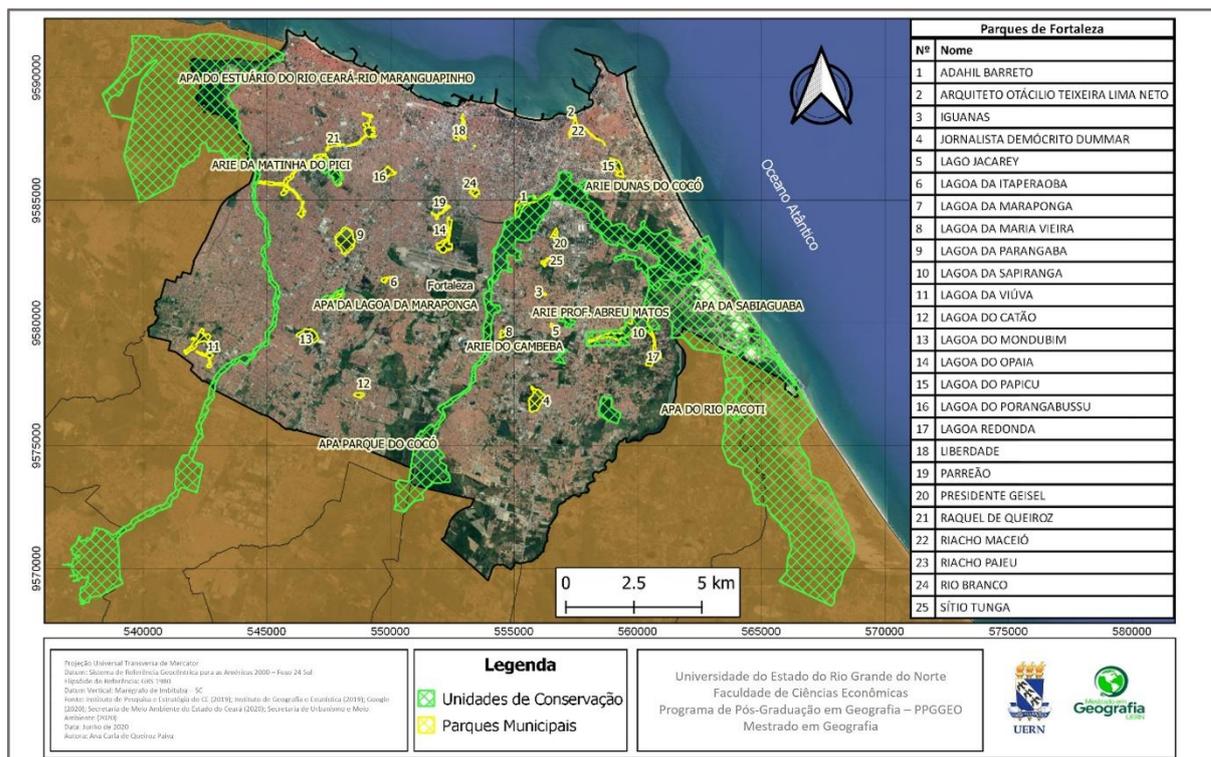
Evidentemente que cada UC apresenta um determinado nível de implementação e porções territoriais que são destinados à visitação pública, como é o caso do Parque Estadual do Cocó, onde estão localizadas áreas verdes bastante visitadas. Já o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba é uma UC que ainda não implementou ações efetivas para a visitação pública. Portanto, existe uma grande variedade de situações em relação à qualidade das áreas verdes associadas às UCs de Fortaleza, mesmo assim, estas áreas representam uma oportunidade para a ampliação das áreas verdes abertas à visitação pública para atender à população de Fortaleza.

Complementando o papel das UCs, o Plano Diretor de Fortaleza (FORTALEZA, 2009) estabelece na Seção IV o Sistema de Áreas Verdes (SAV), integrado pelos espaços ao ar livre, de uso público ou privado, que se destinam à criação ou à preservação da cobertura vegetal, à prática de atividades de lazer, recreação e à proteção ou ornamentação de obras viárias. No Art. 19, entre as ações estratégicas para o SAV, está a criação de Parques Urbanos. Com isso, o município organizou 25 Parques Urbanos que foram criados por Decreto Municipal e se assemelham às UCs, pois são destinados ao uso público controlado e à preservação do meio ambiente. A diferença mais marcante em relação às UCs é o tamanho bem inferior que os Parques Urbanos apresentam e, outro detalhe que chama a atenção, é que dos 25 Parques Urbanos, 13 foram criados para proteger lagoas que ocorrem, em sua maioria, no sistema ambiental do tabuleiro pré-litorâneo. Em termos de distribuição espacial, os Parques Urbanos conseguem ter uma melhor capilaridade, estando distribuídos em todos os setores da cidade. Assim como as UCs, existem muitas diferenças na qualidade da manutenção, conservação, gestão e uso público destes espaços.

Na Figura 9 é possível ter uma visão geral das UCs de Fortaleza e dos Parques Urbanos. O mapa revela um detalhe importante para a gestão de áreas verdes e demais espaços vegetados de Fortaleza, que é a sobreposição de áreas protegidas. Como exemplo, temos a sobreposição entre a APA das

Dunas da Sabiaguaba e o Parque Urbano da Lagoa da Sapiroanga, ambos municipais; entre a APA das Dunas da Sabiaguaba e o Parque Estadual do Cocó; entre o Parque Estadual do Cocó e o Parque Adahil Barreto; entre a ARIE da Matinha do Pici e o Parque Rachel de Queiroz. Isso revela a falta de harmonia no âmbito da gestão pública, inclusive entre as esferas estadual e municipal, no que concerne à política ambiental e que deve ser melhorada com o aperfeiçoamento de sistemas de informações disponíveis para a consulta pública e maior diálogo entre os órgãos gestores do meio ambiente.

Figura 9 - Fortaleza (CE): Mapa de unidades de conservação de Fortaleza, 2020.



Fonte - Paiva (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados analisados nesta pesquisa, Fortaleza possui 25% do seu território coberto por vegetação, concentrados principalmente na porção Leste da cidade e em poucos bairros. Tal fato alerta os gestores públicos para a necessidade de projetos de arborização dos bairros com pouca cobertura vegetal. A presença de unidades de conservação urbanas em Fortaleza tem grande contribuição para a existência e proteção da vegetação e das áreas verdes no seu território, o que ratifica a importância dessas áreas naturais protegidas. Ao mesmo tempo, boa parte das áreas vegetadas não está resguardada e protegida e poderá ser perdida nas próximas décadas com a expansão urbana, por isso, as políticas públicas ambientais devem focar na preservação e gestão da vegetação remanescente possibilitando o incremento de unidades de conservação e áreas verdes para a cidade.

Apesar de Fortaleza não ter sido uma cidade planejada, pode-se perceber que existe um esforço atual de planejamento e gestão que objetiva a manutenção da vegetação intraurbana e gestão de áreas verdes, o que fica demonstrado nas iniciativas de criação de unidades de conservação e de parques urbanos distribuídos pela cidade. Contudo, não se pode dizer que há uma efetiva gestão de todas as áreas protegidas. Considerando áreas verdes de menor dimensão espacial, previstas no processo de parcelamento do solo urbano, ocorrem muitos problemas de abandono e invasão.

Esta pesquisa evidenciou que em Fortaleza não há uma relação direta entre os bairros com maiores ICV e os com maiores IDH. Isso pode ser explicado pela ação da especulação imobiliária nos bairros

mais valorizadas da cidade, o que provocou um forte adensamento de edificações e consumiu boa parte da vegetação preexistente.

Por fim, apesar da existência de inúmeros estudos sobre áreas verdes, ainda não há consenso na literatura sobre uma definição para esse conceito, o que pode gerar problemas de ordem metodológica. Essas áreas são descritas com abordagens diferentes, o que contribui para confusões entre comparações de estudos. A expressão área verde requer uma investigação mais profunda, que seja capaz de apresentar metodologias possíveis de serem utilizadas para análises qualitativas e quantitativas. Os índices utilizados, como por exemplo, o IAVH, por mais que sejam importantes para comparar cidades em diferentes regiões do planeta, não podem explicar as especificidades de cada local em relação à qualidade e distribuição espacial das áreas verdes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Thermalcomfortofferedbycertaintreespecies: evaluationoftheradiusofinfluencethrough diferente comfort índices. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, out./dez, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000400008>. Acesso em: 30 set. 2018.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **REVSBAU**, Piracicaba/SP, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66481/38295>. Acesso em: 30 set. 2018. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66481>
- BORGES, J. C. A.; 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 Geomática**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 256-274, out/dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/12478>. Acesso em: 30 set. 2018. <https://doi.org/10.3895/rbgeo.v8n4.12478>
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, F. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, jul/set., 1999. Disponível em: <https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/cavalheiro-et-al-1999.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- CEARÁ (Estado). Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. **Arquivos vetoriais dos limites municipais**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/limites-municipais/>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- CEARÁ (Estado). Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará - SEMACE. **Informações sobre as unidades de conservações estaduais**. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2019/04/08/unidades-de-conservaca/>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- CHAVEZ JR., P. S. Na improveddark-objectstractiontechnique for atmospherics catering correctionofmultispectral data. **Remote SensingofEnvironment**, v. 24, n. 3, p. 459-479, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90019-3](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90019-3). Acesso em: 30 set. 2018.
- COSTA, A. **Demandas do movimento ambiental por áreas verdes em Fortaleza**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014.
- EDUARDO, B. F. S.; SILVA, A. J. F. M. Avaliação da influência da correção atmosférica no cálculo do índice de vegetação NDVI em imagens Landsat 5 e RapidEye. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, PR: INPE, 2013.
- FORTALEZA (Município). Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Inventário Ambiental de Fortaleza: diagnóstico: versão preliminar**. [S. l.], 2003.
- FORTALEZA (Município). **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo–PDPFor**. Fortaleza, 2007. Disponível em: <https://acervo.fortaleza.ce.gov.br/download-file/documentById?id=3ac7512e-1f33-4bb9-a724-00bfc6d41fb3>. Acesso em: 30 set. 2018.

- FORTALEZA (Município). Lei complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Fortaleza, 13 de março de 2009, ano 56, nº 14.020. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp_com_alteracoes_da_lc_0108.pdf. Acesso em: 05 fev. 2019.
- FORTALEZA (Município). Secretaria Municipal das Finanças. **Fotografias aéreas**. 2016. 2 fotografias. Escala 1:1000.
- FORTALEZA (Município). Instituto de Planejamento de Fortaleza - IPLANFOR. **Arquivos vetoriais dos limites dos bairros de Fortaleza**. Disponível em: <https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/fortaleza-em-bairros/>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- FORTALEZA (Município). Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA. **Arquivos vetoriais dos Parques Urbanos e Unidades de Conservações de Fortaleza**. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/infocidade/11-arquivos-kml-s-e-kmzs>. Acesso em: 23 jan. 2020.
- GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de presidente prudente (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 4, n. 10, 2003. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15319>. Acesso em: 30 set. 2018.
- GOOGLE. **Mapa da cidade de Fortaleza-CE**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Fortaleza+-+CE/@-3.7933116,-38.5896554,35121m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7c74c3f464c783f:0x4661c60a0c6b37ca!8m2!3d-3.7327203!4d-38.5270134>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=249230>. Acesso em: 05 maio 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arquivos vetoriais dos limites estaduais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html/>. Acesso: 05 maio 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Fortaleza-CE: panorama: população: 2020**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso: 05 dez. 2020.
- LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 1 n. 1, p. 125-139, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/157/185>. Acesso em: 28 set. 2018.
- MÁXIMO, R. **Os conjuntos-bairros e a expansão do espaço intraurbano de Fortaleza**. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, v. 17, n. 1, p. 47-63, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/144425>. Acesso em: 13 jan. 2021. <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v17i1p47-63>
- NGOM, R.; GOSSELIN, P.; BLAIS, C. Reduction of disparities in access to green spaces: Their geographic insertion and recreational functions matter. **Applied Geography**, v. 66, p. 35-51, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.11.008>. Acesso em: 13 jan. 2021.
- NOR, A. N. M.; CORSTANJE, R.; HARRIS, J. A.; BREWER, T. Impact of rapid urban expansion on green space structure. **Ecological Indicators**, v. 81, p. 274-284, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.031>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2. ed. Curitiba, 2008.
- NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas: conceito e método. **GEOUSP Espaço e Tempo**, v.3, n. 2, p. 29-36, 1999. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123361>. Acesso em: 24 jul. 2021.
- OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. 1996. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)

- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

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.** 2000. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado de Rio Grande do Norte, Mossoró, 2020.

PERVAIZ, D.; JAVID, K.; KHAN, F. Z.; TALIB, B.; SIDDIQUI, R.; RANJHA, M. M.; AKRAM, M. A. N. Spatial Analysis of Vegetation Cover in Urban Green Space under New Government Agenda of Clean and Green Pakistan to Tackle Climate Change. **Journal of Ecological Engineering**, v. 20, n.4, p. 245-255, 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/331646795_Spatial_Analysis_of_Vegetation_Cover_in_Urban_Green_Space_under_New_Government_Agenda_of_Clean_and_Green_Pakistan_to_Tackle_Climate_Change. Acesso em: 18 jan. 2021. <https://doi.org/10.12911/22998993/103370>

QGIS. **Software QGIS versão 3.4.8.** Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 29 jul. 2019.

REMOTE PIXEL. **Imagem OLI/Landsat, órbita/ponto 217/63 de 13/06/2018.** Disponível em: <https://search.remotepixel.ca/#4.97/-8.26/-38.41>. Acesso em: 19 jul. 2019.

SANCHES, I. D.; ANDRADE, R. G.; QUARTAROLI, C. F.; RODRIGUES, C. A. G. Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5 – TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 15., 2011, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: INPE, 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/251452155_Analise_comparativa_de_tres_metodos_de_correcao_atmosferica_de_imagens_Landsat_5-TM_para_obtencao_de_reflectancia_de_superficie_e_NDVI. Acesso em: 15 jul. 2019.

SAZ-SALAZAR, S.; RAUSELL-KÖSTER, P. A Double-Hurdle model of urban green areas valuation: Dealing with zero responses. **Landscape and Urban Planning**, v. 84, n. 3-4, p. 241-251, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.08.008>. Acesso em: 06 ago. 2018.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. The impact of vegetation in urban microclimates and thermal comfort as a function of soil-vegetation-atmosphere interactions. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 197-215, abr./jun. 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ac/a/YkYkMDM845SbD5YCHKFrKyy/?lang=pt>. Acesso em: 04 fev. 2020. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000200250>

SILVEIRA, I. M. M.; CARVALHO, R. G. Microclima e conforto térmico na área da Mata da Bica, no município de Portalegre/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 062-078, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233573>. Acesso em: 05 jan. 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p062-078>

TAYLOR, L.; HOCHULI, D. F. Defining greenspace: multiple uses across multiple disciplines.

Landscape and Urban Planning, v. 158, p. 25-38, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.09.024>. Acesso em: 29 maio 2020.

Recebido em: 02/04/2021

Aceito para publicação em: 12/08/2021