

TÃO VERDE QUANTO POSSÍVEL: EFICIÊNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA METRÓPOLE DE FORTALEZA E VULNERABILIDADE DA COBERTURA VEGETAL REMANESCENTE NA MALHA URBANA DA CIDADE

Laymara Xavier-Sampaio*

Liana Rodrigues Queiroz

Manuella Maciel Gomes

Maria Ligia Farias Costa**

Maria Elisa Zanella*

Marcelo Freire Moro*

* *Universidade Federal do Ceará*

** *Universidade Federal de Minas Gerais*

RESUMO

Este estudo tem como objetivo computar o total de áreas de vegetação remanescentes no município de Fortaleza, de modo a: calcular a extensão total de áreas que estão dentro de unidades de conservação e o grau de degradação da cobertura vegetal em Unidades de Conservação (UC); mensurar o total de áreas remanescentes que estão sem proteção jurídica pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação; identificar fragmentos de cobertura vegetal nativa vulneráveis à destruição. A análise é baseada em técnicas de geoprocessamento, identificando as áreas remanescentes do município e o total de áreas desmatadas dentro e fora das UC. Fortaleza perdeu mais de 80% de sua cobertura vegetal natural ou seminatural ao longo dos últimos séculos. O nível de proteção efetiva da cobertura vegetal nessas UC é baixo. O estudo identificou 60 áreas com vegetação remanescente vulneráveis ao desmatamento.

Palavras-chave: Áreas protegidas urbanas; Cobertura vegetal remanescente; Arborização urbana.

ABSTRACT

This study aims to 1) calculate the total areas of remaining vegetation in Fortaleza, the most populous capital in Brazil, to calculate the total areas within conservation units (UC) and the level of degradation of vegetation cover in UC; 2) measure the total remaining areas that are without legal protection by UC; and 3) identify fragments of native vegetation cover vulnerable to destruction. The analysis is based on geoprocessing techniques. Fortaleza has lost more than 80% of its natural or semi-natural vegetation cover over the last few centuries. In total, Fortaleza has 12 terrestrial UC, but the majority is for sustainable use. The level of effective protection of vegetation cover in these UC is low, and some UC have already lost 25 to 50% of their vegetation. The study identified 60 areas with remaining vegetation vulnerable to deforestation, as they are not legally protected.

Key words: Urban parks; urban vegetation cover; urban forest.

INTRODUÇÃO

O último 'Relatório Mundial das Cidades' (*World Cities Report*, U. N. – HABITAT, 2023) projeta que até 2070 cerca de 60% da população global habitará em cidades e 25% adicionais devem habitar áreas urbanizadas semidensas. O documento mostra que a tendência de crescimento percentual da população urbana global continua, e parece chegar a uma saturação máxima, pois já começa a desacelerar (U. N. – HABITAT, 2023).

Esse crescimento urbano gera inúmeros impactos e riscos ambientais, pois a localização dos núcleos urbanos está ligada à disponibilidade de água doce e presença de solos férteis, onde, não por coincidência, estão alguns dos ecossistemas de maior biodiversidade no mundo (LUCK 2007 apud SPOTSWOOD et al 2021). É fato que o crescimento urbano causa mais impactos negativos do que positivos para a biodiversidade (MCDONALD et al. 2020), embora tenha se tornado essencial na estrutura social humana.

Surpreendentemente, estudos internacionais com centenas de espécies mostram que mundialmente até 20% das espécies de mamíferos estão presentes em cidades (HAGEN et al. 2017; SANTINI et al. 2019 apud SPOTSWOOD et al 2021), reforçando que cidades podem funcionar como refúgios de biodiversidade. Outros estudos mostram que a diversidade de insetos polinizadores em áreas verdes urbanas pode se manter próxima daquela encontrada em habitats naturais no entorno (MCKINNEY, 2002, MAROJA et al., 2018, SOMME, 2016).

Há situações em que cidades se instalam em áreas vegetadas, devastando e fragmentando ecossistemas em pequenas manchas de habitat cercadas por áreas antropizadas. Nessa situação, os fragmentos de habitat se tornam refúgios para a biota em meio à malha urbana. Por outro lado, a própria cidade (dotada de cobertura vegetal) torna-se um local de reprodução e vida para parte da fauna nativa. Quando o núcleo urbano é cercado por grandes monoculturas com aplicação constante de agrotóxicos, as zonas urbanas podem até mesmo ser menos hostis à biota nativa que as áreas agrícolas do entorno da cidade (HALL et al., 2017 apud SPOTSWOOD et al., 2021). Em todo caso, o nível de biodiversidade urbana depende das características de cada cidade e seu entorno. Por exemplo, a diversidade de polinizadores está ligada à densidade da cobertura vegetal (SPOTSWOOD et al., 2021).

A cobertura vegetal urbana está ligada a serviços de regulação e suporte dos ecossistemas. Entre eles, estão a redução da poluição sonora, regulação de temperatura, controle de eventos extremos (inclusive enchentes e secas), prevenção da erosão do solo, purificação da água, renovação do estoque de aquíferos, ciclagem de nutrientes e manutenção da fauna e flora nativa (CONSTANZA et al., 1997; DE GROOT, 2002; ARAM et. al 2019).

No contexto de crise climática, é interessante ressaltar que os serviços de regulação são tão importantes para o microclima urbano, onde a diferença de temperatura entre locais arborizados e o restante da cidade chega a 2 °C. Alguns pesquisadores calculam que o valor monetário dos serviços ecológicos para a humanidade chegou a 125 trilhões de dólares em 2011, sendo essencial para o planejamento urbano (LEAL FILHO et al., 2020).

Considerando as previsões do Relatório Mundial das Cidades de 2022 (WORLD CITIES REPORT 2023), as cidades de áreas semiáridas e áridas serão as mais impactadas até 2070. Aliás,

a expansão territorial urbana em países de renda baixa deve atingir 141% nas próximas décadas. A demanda por recursos irá aumentar e, com isso, impactos ambientais diretos e indiretos da urbanização. Entretanto, a documentação sobre os processos ecológicos urbanos é maior em países de renda alta e clima temperado da América do Norte e Europa Ocidental (WORLD CITIES REPORT, 2023).

Por outro lado, o clima, características geoambientais e socioeconômicas nas metrópoles dos países de renda média são razoavelmente parecidos com aquele dos países de renda baixa. Em países de renda média-alta o número de cidades ainda subirá 6% e a população absoluta nessas cidades deve continuar crescendo (WORLD CITIES REPORT, 2023). Dentre esses países está o Brasil, detentor dos maiores índices de biodiversidade do planeta (BRAZIL FLORA GROUP, 2021).

Esse contexto motivou a escolha de Fortaleza como foco de estudos sobre a conservação e distribuição do verde urbano, pois é uma metrópole localizada em um país tropical de menor grau de desenvolvimento, onde é possível fazer uma caracterização geoambiental do município e para o qual há disponibilidade de dados públicos para análise.

O município de Fortaleza está localizado no estado do Ceará, Região Nordeste brasileira, uma das regiões historicamente mais negligenciadas do país (FERREIRA, 2009). É o quarto município mais populoso e tem a maior densidade populacional do país. Além disso, inclui em seus limites ecossistemas importantes, com destaque para os manguezais, um dos ecossistemas em maior declínio no mundo (ROYAL BOTANIC GARDENS, 2016). Também possui vegetação de caatinga, uma floresta seca (ou arbustal-seco) sobre a qual o conhecimento científico ainda é escasso.

No contexto apresentado, essa pesquisa busca calcular a extensão e quantificar o nível de conservação dos ecossistemas terrestres existentes no município de Fortaleza. O estudo se concentra na integridade da cobertura vegetal, afinal, a preservação de produtores primários é essencial para a manutenção dos ecossistemas e a oferta de serviços ecológicos. As análises focaram nas áreas legalmente protegidas por meio do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000 – SNUC). O objetivo da pesquisa é, portanto, a quantificação total das áreas verdes remanescentes e a indicação de quais são as áreas prioritárias para proteção ou recuperação ambiental e que ainda não recebem proteção integrada ao SNUC dentro do município.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Capital do estado do Ceará, o município de Fortaleza (Fig. 1) localiza-se em torno da latitude 3° 43' 2" Sul e longitude 38° 32' 35" Oeste, com extensão de 314,930 km². É regido pelo clima Tropical Quente Subúmido. Insere-se em grande parte no Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, que inclui vegetação de tabuleiro, de praia e de dunas (fixas, semifixas ou móveis). Também apresenta vegetação de caatinga e matas secas sobre a Depressão Sertaneja, ao sul de Fortaleza (IPECE, 2018).



Figura 1 – Mapa de localização do município de Fortaleza (CE). Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

O Censo de 2022 do IBGE registra uma população de 2.596.157 pessoas para o município de Fortaleza (IBGE, 2023). Esse é o quarto mais populoso município brasileiro, cujo Índice de Desenvolvimento Humano calculado para 2010 é de 0,754 (IPECE, 2018). Já o Índice de Gini para o ano de 2021 foi de 0,612 (SALATA, RIBEIRO, 2022). Os indicadores representam um nível mediano de desenvolvimento, mas com alta desigualdade socioeconômica.

No total, Fortaleza tem 14 Unidades de Conservação (UC), oficialmente enquadradas no SNUC (Fig. 2). Dessas, 10 são de Uso Sustentável, representando 5 Áreas de Proteção Ambiental (APA) e 5 Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), além de 2 UC de Proteção Integral, ambas na categoria Parque. Há também um parque estadual marinho e uma reserva particular do patrimônio natural, que devido à administração privada ou a abranger exclusivamente ecossistema aquático, não foram incluídos neste estudo.

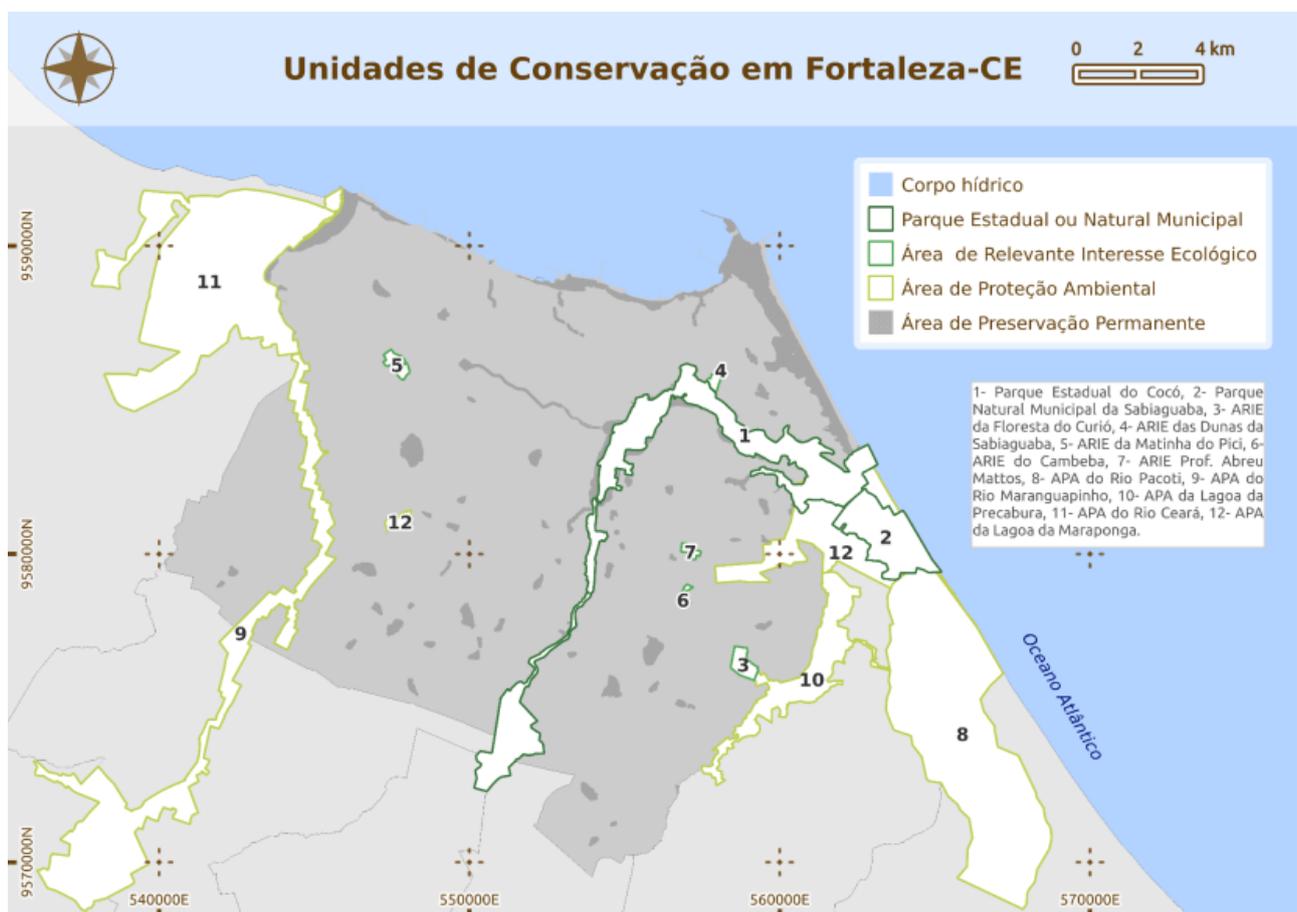


Figura 2 – Unidades de conservação em Fortaleza (CE). Fonte: Elaboração própria. Legenda: 1- Parque Estadual do Cocó, 2- Parque Natural Municipal da Sabiaguaba, 3- ARIE da Floresta do Curió, 4- ARIE das Dunas do Cocó, 5- ARIE da Matinha do Pici, 6- ARIE do Cambeba, 7- ARIE Prof. Abreu Mattos, 8- APA do Rio Pacoti, 9- APA do Rio Maranguapinho, 10- APA da Lagoa da Precabura, 11- APA do Rio Ceará, 12- APA da Lagoa da Maraponga.

Classificação de uso do solo

Para identificar as áreas urbanizadas, realizamos uma classificação de uso e cobertura da terra, recorrendo a imagens do satélite Sentinel 2A com resolução espacial de 10m capturadas em 22 de junho de 2020. Cada pixel foi classificado quanto a alguns tipos de uso da terra de Fortaleza. Mapeando as seguintes categorias: vegetação degradada ou introduzida (cobertura vegetal predominantemente herbácea ou arborização não adensada), vegetação florestal (cobertura vegetal com dossel maciço), vegetação campestre (savanas nativas e campos praianos) e área antropizada (superfícies impermeáveis ou solo exposto).

Para fazer a análise do uso e cobertura da terra, foi realizado a classificação automática supervisionada, que tem como objetivo categorizar os pixels da imagem em classes, com base nos níveis de cinza das diferentes bandas espectrais (ROTERMUND, 2012), através do plugin DZetsaka Classification Tool. O método escolhido para a classificação foi o da máxima verossimilhança, para permitir comparações pois, segundo Fitz (2008), esse é o método mais utilizado para classificação supervisionada. Após o processamento, realizou-se a análise da confiabilidade dos dados gerados pelo algoritmo, usando a ferramenta Accuracy, e o valor resultante foi 88%, dentro do desejável (acima de 85%) de acordo com Metzger (2006).

Áreas protegidas, dados geográficos vetoriais

Para avaliar a configuração de áreas verdes remanescentes dentro das Unidades de Conservação e quanto sobrou de áreas verdes não protegidas dentro do município, utilizou-se imagens de satélite e bases de dados geográficas oficiais do município e do governo do estado do Ceará.

Além de avaliar as condições da cobertura vegetal em áreas legalmente amparadas pelo SNUC, objetivou-se investigar quais áreas na cidade seriam mais indicadas para criação de novas UC considerando a preservação de ecossistemas terrestres. Para identificar áreas prioritárias para conservação observou-se a integridade da cobertura vegetal remanescente, mas também a instabilidade ambiental e prioridade na conservação.

Nesse sentido, foi consultada legislação a nível federal, estadual e municipal, especificamente: Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza; Lei Federal 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, Lei Federal 12.651, de 25 de Maio de 2012 - conhecida como Código Florestal; Resolução do CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002; Lei Estadual Nº 12.488, de 13 de setembro de 1995 - Política Florestal do Estado do Ceará; Lei Municipal complementar Nº062, de 02 de fevereiro de 2009 - Plano Diretor Participativo Do Município de Fortaleza (PDPFOR); Lei Municipal Nº10.619, de 10 de outubro de 2017 - Política Municipal do Meio Ambiente de Fortaleza. Ciente do que consta no 10º parágrafo do Novo Código Florestal, é importante afirmar que o município não redefiniu área de preservação permanente (APP) urbana explicitamente, de modo que consideramos os critérios estabelecidos na legislação federal.

As poligonais de UCs localizadas total ou parcialmente no município de Fortaleza foram obtidas a partir do Cadastro Estadual De Unidades De Conservação (CEUC), mantido pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Ceará (SEMA). Os dados espaciais ligados à hidrologia foram compilados a partir de dois polígonos (“Rios” e “Lagos e Lagoas” de Fortaleza) disponíveis no portal Fortaleza em Mapas, da prefeitura municipal de Fortaleza.

A delimitação dos ecossistemas manguezal e restinga, foi obtida a partir da classificação geomorfológica na escala 1:10000 de Santos (2016) e da associação entre tipos de vegetação e a geomorfologia, como proposto por Moro *et al.* (2015). Foi possível identificar os subtipos da classe Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, especificamente: dunas móveis, campo e arbustal praiano e manguezal. Tendo em vista as diretrizes estabelecidas pelo CONAMA 303/2002, é pertinente considerar esses diferentes tipos de vegetação como APP.

Os mapas em alta resolução junto aos fluxogramas de metodologia para cada mapa estão disponíveis em repositório no *Figshare* (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24452578>).

Tratamento e processamento de dados

Todas as tarefas de geoprocessamento e cartografia digital foram executadas com suporte do software livre de código aberto QGIS versão 3.22.9-Białowieża. Em todo o geoprocessamento e cartografia digital foi utilizado como padrão o sistema de projeção de coordenadas UTM e o datum SIRGAS 2000, recomendado pelo IBGE. Todo o município de Fortaleza é representado com mínima distorção no sistema SIRGAS 2000 fuso 24S.

O conjunto de dados referentes à vegetação e corpos hídricos foi utilizado para definir a extensão de APP urbanas no entorno de rios e lagoas, bem como ligadas aos tipos vegetacionais manguezal e restinga. As categorias campo ou arbustal praiano e vegetação de dunas móveis e fixas e manguezal foram agrupadas e toda a área coberta por estes tipos vegetacionais formou o primeiro polígono usado para a delimitação de APP.

O segundo produto foi um conjunto de todos os lagos e lagoas com espelho d'água de extensão superior a 1 ha. Foi criado em seguida, sobre esse produto, um buffer de largura fixa de 30m. O espelho d'água não foi considerado no cálculo da APP.

Para calcular a largura entre as margens dos rios foram agregadas todas as feições ligadas a um determinado rio. Apenas o Rio Cocó foi subdividido, em três trechos, considerando os trechos do Parque Estadual do Cocó e a passagem de vias sobre o rio. Foi necessário encontrar o polo de inacessibilidade. O próximo passo foi obter o tamanho da reta de menor largura, perpassando um ponto de inacessibilidade e um vértice nas margens do polígono em que o ponto estava contido. Esta distância foi multiplicada por dois, para obter uma aproximação da largura máxima entre as margens do rio e a informação foi incluída na tabela de atributos. Então foi elaborado um buffer de largura variada, em acordo com condições pré-determinadas baseadas na largura aproximada entre margens e nos limites mínimos de APP estabelecidos em lei. Os três produtos foram mesclados em um vetor de delimitação de APP. Finalmente, subtraiu-se da poligonal de APP as áreas protegidas enquadradas no SNUC.

Finalmente, foi elaborado um polígono com todas as áreas protegidas pelo SNUC.

Devido a existência de sobreposições entre UC com diferentes graus de proteção e, também, de UC com APP, essas áreas sobrepostas entre duas categorias (duas UCs sobrepostas ou APP sobrepostas com UCs) foram agregadas para evitar dupla contabilização. Para isso, foi utilizada a seguinte regra: a UC com grau de proteção mais exigente e uso mais restrito prevaleceu quando havia sobreposição com outras categorias, ou seja, se há sobreposição entre as categorias Parque e APA, a área correspondente será computada apenas como Parque, e subtraída da APA.

A seguir foi gerado o produto vetorial “áreas remanescentes vulneráveis”, que busca representar a cobertura vegetal nativa, seja em bom estado de preservação, seja de vegetação em recuperação, mas que não é protegida por instrumentos legais específicos no município de Fortaleza. Em seguida, gerou-se o polígono de áreas urbanizadas ou degradadas dentro dos polígonos das UC e das APP a partir da união das categorias ‘vegetação degradada ou introduzida’ e ‘área antropizada’ em um polígono com duas feições, e sua intersecção com a poligonal de áreas protegidas.

Análises e obtenção dos resultados

Nesse momento, realizou-se o cálculo do total de área urbanizada ou degradada dentro de cada UC de Fortaleza, bem como dentro das APP do município, através da sobreposição do raster de classificação de uso do solo gerado por nós com os shapefiles das UC e APP, usando a ferramenta de calculadora de campo. Os dados foram salvos na tabela de atributos do shapefile e a tabela de atributos foi exportada para um formato de planilha digital para cálculos e somatório de área de cada tipo de uso. Para isso, utilizou-se um software gestor de planilhas eletrônicas (WPS Office) para explorar os dados com tabelas dinâmicas e cálculos percentuais. O mesmo processo foi utilizado para mensurar a área de vegetação remanescente vulnerável à degradação, ou seja, áreas com cobertura vegetal no município, mas que não tinham nenhum tipo de proteção legal.

Na análise de efetividade das UCs para proteger os ecossistemas foram utilizados dados disponíveis no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão (SAMGe) é uma ferramenta de análise e monitoramento de gestão das UC, e está de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo SNUC, e tem por objetivo avaliar o cumprimento das políticas públicas relacionadas à conservação da biodiversidade. O Índice de Efetividade das UCs tem base conceitual e teórica nos índices globais de efetividade da IUCN (2008), seu cálculo é feito mediante a aplicação dos indicadores em um diagrama de teia onde são ponderados os seguintes vértices: Contexto, Insumos, Planejamento, Processos, Produtos e Serviços e Resultados que juntos geram a efetividade que varia de 0 a 100%. As categorias de gestão e tipos de governança da IUCN devem ser baseadas nos objetivos principais de manejo, se aplicando a 75% da área protegida. As faixas adotadas para qualificar os Índices de efetividade são: 0 até 20% Não efetiva; 20,01% até 40% Reduzida efetividade; 40,01 até 60% Moderada efetividade; 60,01 até 80% Efetiva; 80,01 até 100% Alta efetividade.

RESULTADOS

O município de Fortaleza passou por uma drástica redução de sua cobertura vegetal ao longo do seu processo histórico de crescimento. Dos 312,35 km² que compõem o município de Fortaleza, 83,7% da extensão original municipal já são áreas antropizadas com eliminação total dos ecossistemas naturais.

Computando os dados de cobertura vegetal remanescente, calculamos que Fortaleza possui 6.098,45 ha de áreas verdes naturais ou seminaturais, dos quais 2.185,83 ha não estão sob proteção do SNUC. Verificamos também que parte considerável da área que está dentro dos limites das UC está atualmente desmatadas. A tabela 1 mostra o estado de conservação dos ecossistemas terrestres dentro dos limites de cada UC.

As UC em Fortaleza dividem-se em: APA, com total de 1886,09 hectares; ARIE, representando 133,35 hectares; e Parque (Estadual ou Natural Municipal) com 1897,18 hectares, nos limites do município (Tab. 1, Fig. 2, Fig. 3). Além disso, há 2053,98 hectares dentro dos limites de APP, conforme a legislação federal, mas que estão fora dos limites de UC (Fig. 4). A primeira na lista de degradação é a APA do Rio Maranguapinho, que tem 62,5% da sua extensão já urbanizada, menos de um décimo (8,5%) com cobertura vegetal conservada e 28,9% restantes de área já com cobertura vegetal desmatada. É importante destacar que as quatro UC mais desmatadas em Fortaleza são de categoria APA, mostrando a fragilidade que essa categoria tem na proteção aos ecossistemas.

Para além das APA, a outra categoria de UC do grupo de uso sustentável presente em Fortaleza é a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE). São três ARIE localizadas a sudeste, uma a nordeste e uma a oeste da cidade (Fig. 2). Essas reservas possuem eficácia em preservar percentuais entre 72,15% e 97,07% da sua extensão, mas possuem pequenas dimensões geográficas.

Há apenas duas UC de Proteção Integral terrestres presentes em Fortaleza (Tab. 1, Fig. 3), ambas pertencentes à categoria Parque: O Parque Estadual do Cocó (1453,1 hectares dentro do município de Fortaleza, embora a UC como um todo ultrapasse um pouco os limites municipais) e o Parque Natural Municipal Dunas da Sabiaguaba (444,1 hectares).

Na categoria 'Parque' (Estadual ou Natural Municipal), de proteção integral, e em ARIE, de uso sustentável, o nível de proteção efetiva está entre 70% e 75%. Já na categoria APA, outro tipo de UC de uso sustentável, ocorre um nível de proteção efetiva menor, com algumas tendo menos de 50% da sua extensão coberta por vegetação. O gráfico na Fig. 4 ajuda a visualizar as proporções no nível de conservação para cada tipo de UC e a diferença no tamanho absoluto de área legalmente protegida entre os tipos de UC.

O NDVI (Fig. 5) indica que há fragmentos remanescentes de vegetação que não estão legalmente protegidos pelo SNUC. São no total 2184,4 hectares de áreas verdes remanescentes que, entretanto, não estão incluídas dentro de UCs e, portanto, estão vulneráveis legalmente a futuramente serem desmatadas. Propomos aqui 60 áreas prioritárias para conservação de ecossistemas terrestres no município (Fig. 6), que estão divididas entre o potencial para enquadramento como área protegida de uso sustentável (incluindo parque urbano) ou de preservação permanente.

Nome da Unidade de Conservação	Área legalmente protegida dentro dos limites de Fortaleza (ha)	Área degradada permeável (%)	Área degradada total (%)	Área urbana consolidada (%)	Área efetivamente protegida (%)
APA do Rio Maranguapinho	518,4	28,9	91,5	62,5	8,5
Sobreposição – APAs da Sabiaguaba e Pacoti	101,8	36,1	52,8	16,8	47,2
APA da Sabiaguaba exceto PMDS (sobreposição)	667,1	32,1	51,5	19,4	48,5
APA da Lagoa da Maraponga	31,4	28,4	39,4	11,0	60,6
APA da Lagoa da Precabura	265,2	28,4	31,5	3,1	68,5
ARIE do Cambeba	11,0	19,0	27,9	8,9	72,1
Parque Estadual do Coco	1453,1	21,5	27,3	5,8	72,7
APA do Rio Ceará	467,1	13,9	25,9	12,0	74,1
APA do Estuário do Rio Pacoti	127,6	21,8	24,2	2,3	75,8
ARIE das Dunas do Coco	15,2	16,5	20,9	4,4	79,1
Parque Municipal das Dunas da Sabiaguaba	444,1	12,4	18,5	6,0	81,5
ARIE da Floresta do Curió	57,4	10,5	18,3	7,9	81,7
ARIE Matinha do Pici	41,9	11,1	16,4	5,3	83,6
ARIE Prof. Abreu Mattos	18,9	2,0	2,9	1,0	97,1

Tabela 1 – Unidades de Conservação em Fortaleza (CE), por grau de conservação. Fonte: elaboração própria. Nota: a ordem vai da mais degradada até a mais preservada. A segunda coluna representa a extensão que sobrepõe o município, não a área total da UC.

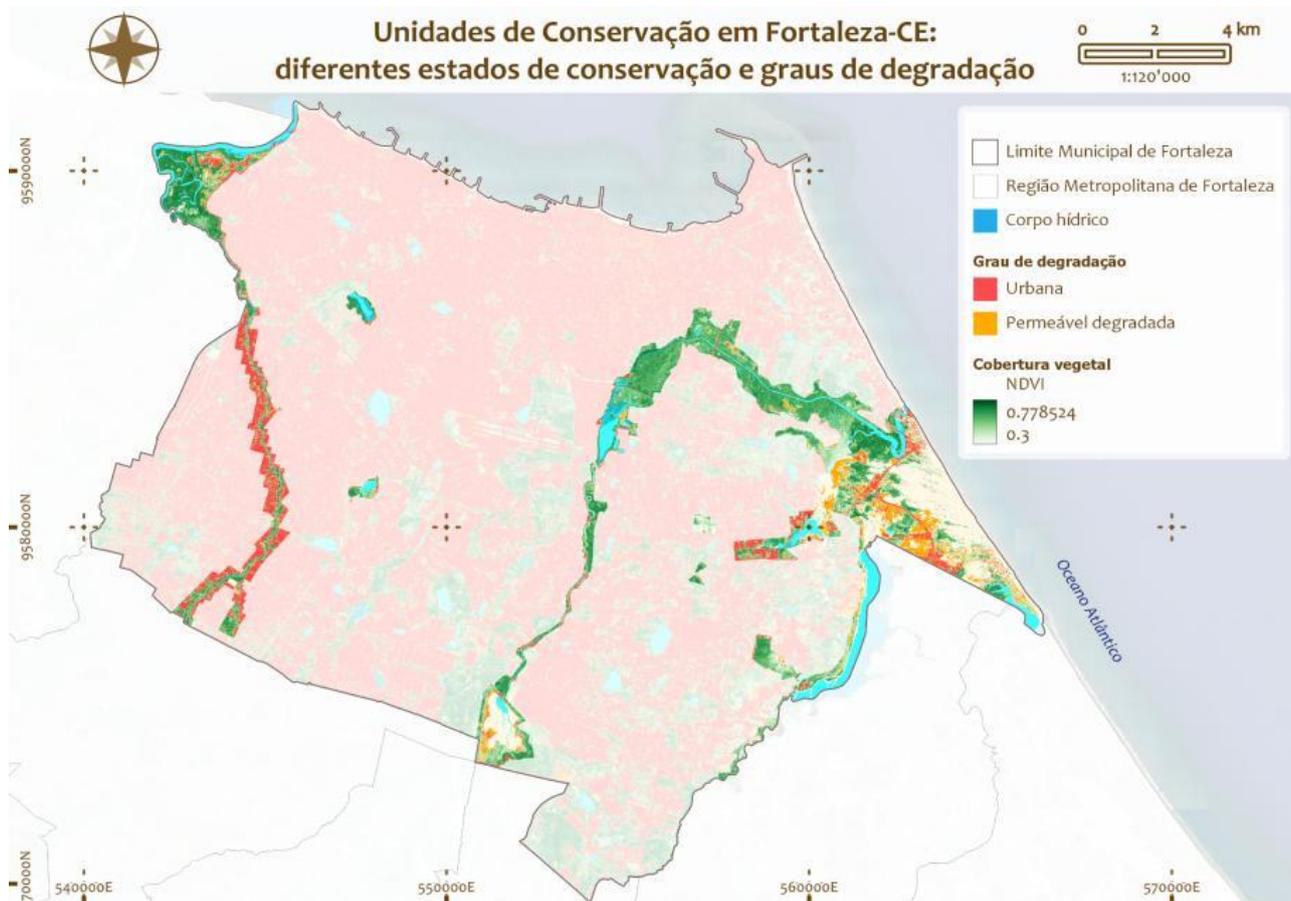


Figura 3 – Zonas com cobertura vegetal conservada, extremamente degradada (urbanizada) ou áreas degradadas permeáveis (desprovidas de vegetação natural, mas ainda não construídas) nas Unidades de Conservação em Fortaleza (CE). Fonte: elaboração própria.

O Parque Estadual do Cocó (PEC) se mostra como a maior e mais importante UC na cidade de Fortaleza, pois cruza a cidade como uma espinha dorsal verde (Fig. 3). Percebemos que ao redor do PEC, de modo contíguo a ele, há áreas vegetadas que permaneceram de fora do Parque e, portanto, sem nenhuma proteção legal. Propomos a inclusão dessas áreas vegetadas como adições ao PEC, de modo a ampliar a cobertura de áreas verdes protegidas dentro de Fortaleza e garantir a perpetuidade dessas áreas como ecossistemas protegidos na cidade (Fig. 6). Outra área importante de vegetação em bom estado de conservação está nos arredores do Serrote do Arcuri, um relevo vulcânico que faz parte da Formação Messejana. O serrote possui 2 Km de extensão e 119 m de altitude e é uma área de considerável valor geológico e ecossistêmico (COSTA, CLAUDINO-SALES, 2020).

Quanto à eficiência das UCs em proteger os ecossistemas, na tabela 3 podemos ver informações como o Índice de Efetividade das Unidades de Conservação de acordo com o Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão (SAMGe) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

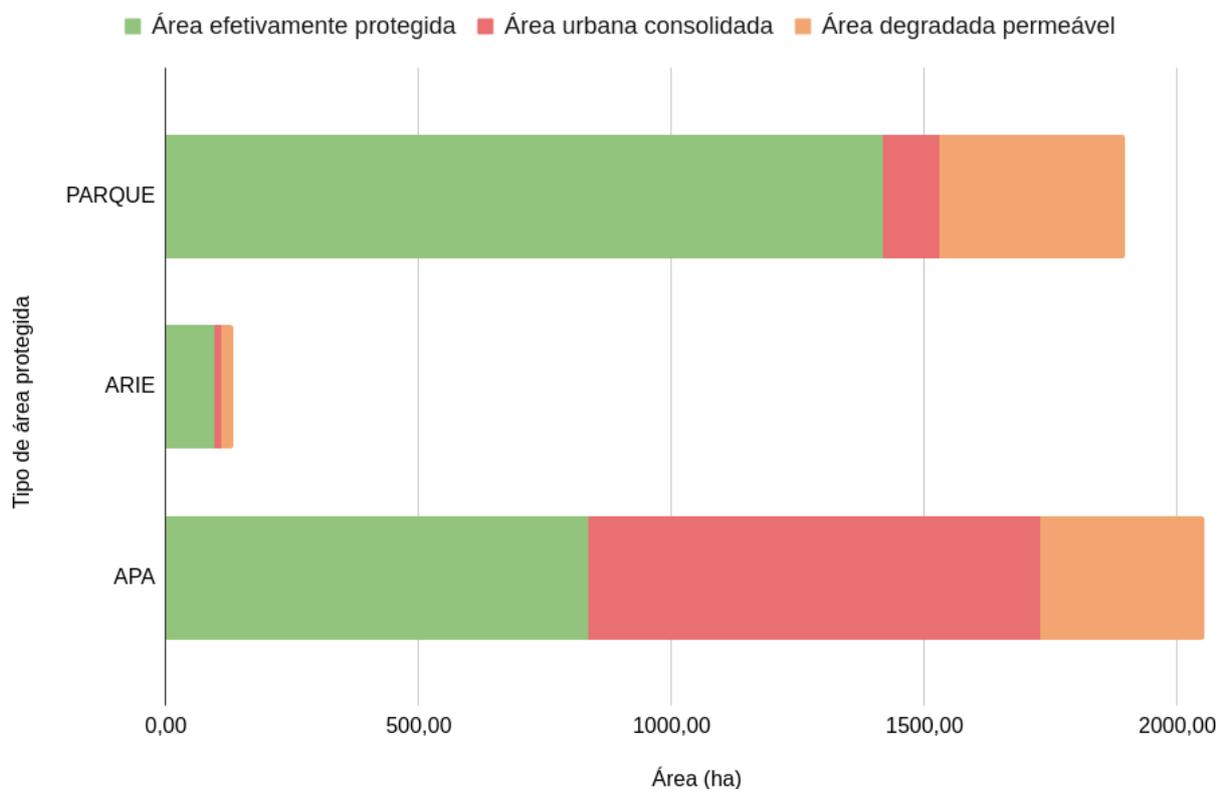


Figura 4 – Gráfico de barras graduadas com área total protegida no município de Fortaleza e percentual em diferentes graus de conservação para cada categoria de Unidade de Conservação. Fonte: elaboração própria. Nota: a ordem vai, da esquerda para a direita, da mais degradada à mais preservada. A área representa a extensão que sobrepõe o município, não a área total.

DISCUSSÃO

Com relação às UCs de Proteção Integral, o Parque Estadual do Cocó é a maior UC de Fortaleza. O Parque do Cocó foi uma demanda da própria população de Fortaleza e demorou várias décadas de discussões e pressões sociais até ser efetivado em 2017 (REDAÇÃO DO JORNAL O ESTADO, 2016). Ao ser demarcado, ele acabou por englobar áreas com a presença de edificações. O impacto negativo sobre o parque é ainda agravado pois a pressão imobiliária no seu entorno é fortíssima e há trechos da malha viária que cortam a poligonal. A existência de ruas e avenidas cruzando e margeando os fragmentos de vegetação aumentam ainda mais a fragmentação, causando danos derivados do efeito de borda (ROCHA *et al.*, 2006), além de impactos da invasão de espécies exóticas nas bordas dos fragmentos e atropelamento de fauna (observação pessoal). Apesar disso, se estabeleceu como a espinha dorsal de áreas verdes de Fortaleza, protegendo uma área extensa de vegetação em diferentes graus de conservação dentro de áreas densamente urbanizadas da cidade (Fig. 3; Fig. 5).

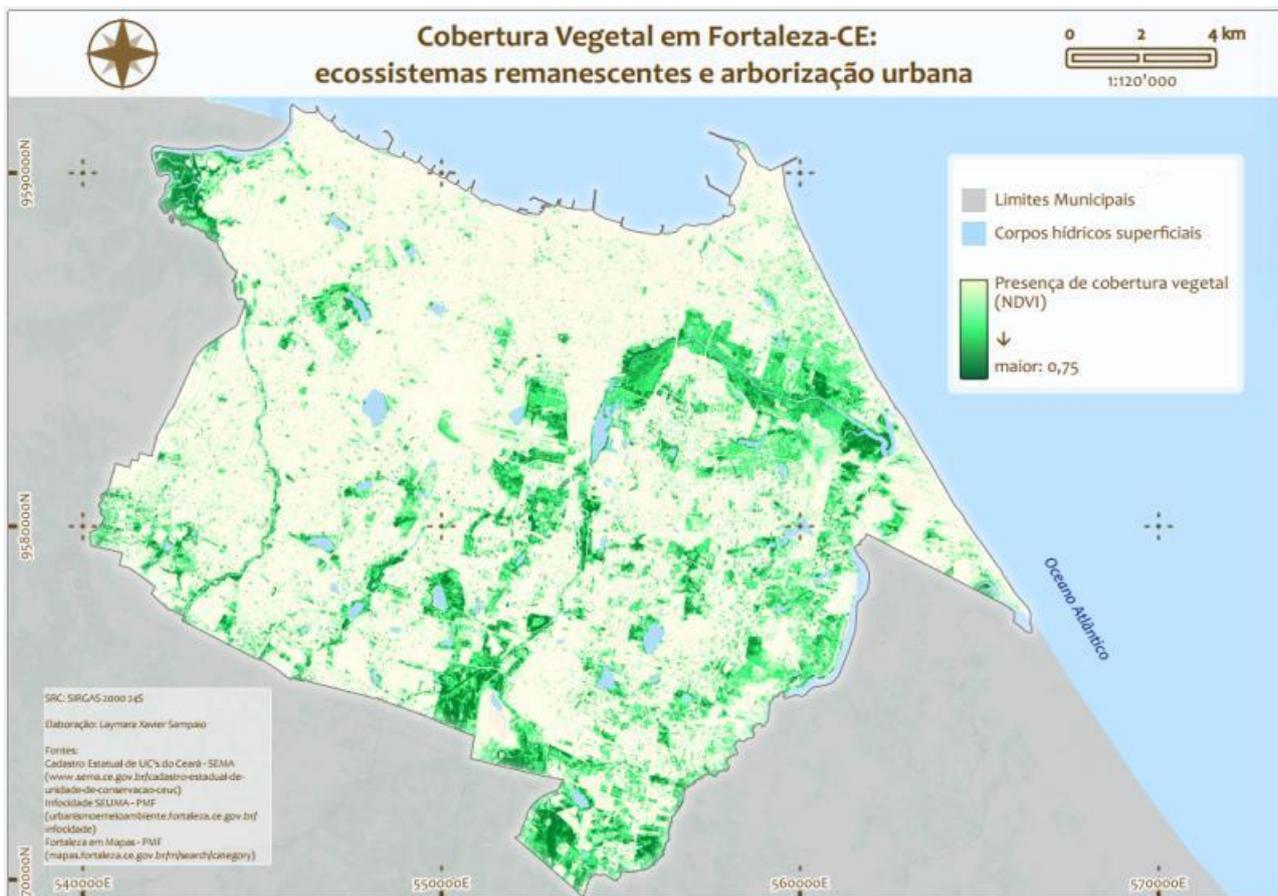


Figura 5 – Mapeamento da cobertura vegetal a partir do NDVI na resolução espacial 2m² em Fortaleza (CE). Fonte: elaboração própria. Nota: amarelo claro indica ausência de cobertura vegetal (NDVI menor que 0,3), significando zonas edificadas ou com solo exposto, incluindo áreas degradadas, ecossistemas de dunas e restinga com exposição de depósitos arenosos. Os tons em verde indicam presença de cobertura vegetal e oferecem uma noção sobre sua distribuição ao longo da cidade.

A categoria APA foi a que teve maior abrangência dentro do município. São cinco APAs no município de Fortaleza, que existem para limitar e organizar a urbanização em áreas com importante função ecológica. Ainda que estas áreas possam compatibilizar algum nível de urbanização, restam, entretanto, dúvidas sobre o cumprimento do papel de conservação da natureza estabelecido pela lei do SNUC (Lei 9985/2000), visto que uma grande porcentagem da extensão das APAs de Fortaleza é desmatada ou já completamente urbanizada. Pesquisas recentes indicam que o grau de proteção efetiva ofertado pela categoria APA é menor do que outras UC (FRANÇOSO *et al.* 2015; GOMES *et al.*, 2022), e nós observamos isso de modo claro nas UC de Fortaleza, ao constatar que uma elevada porcentagem da extensão das APAs corresponde a áreas urbanizadas ou áreas desmatadas ainda não urbanizadas (Figura 4; Tabela 1).

Em contrapartida, as ARIE, mesmo sendo de Uso Sustentável, encontram eficiência de proteção semelhante aos Parques. Isso se deve porque, no ato de criação das ARIE, limitou-se a possibilidade de uso alternativo do solo. Apesar da eficiência na preservação da cobertura vegetal, as ARIE abrangem apenas 118,1 hectares em Fortaleza, que embora representem áreas bastante relevantes ecologicamente, possuem uma extensão territorial muito limitada.

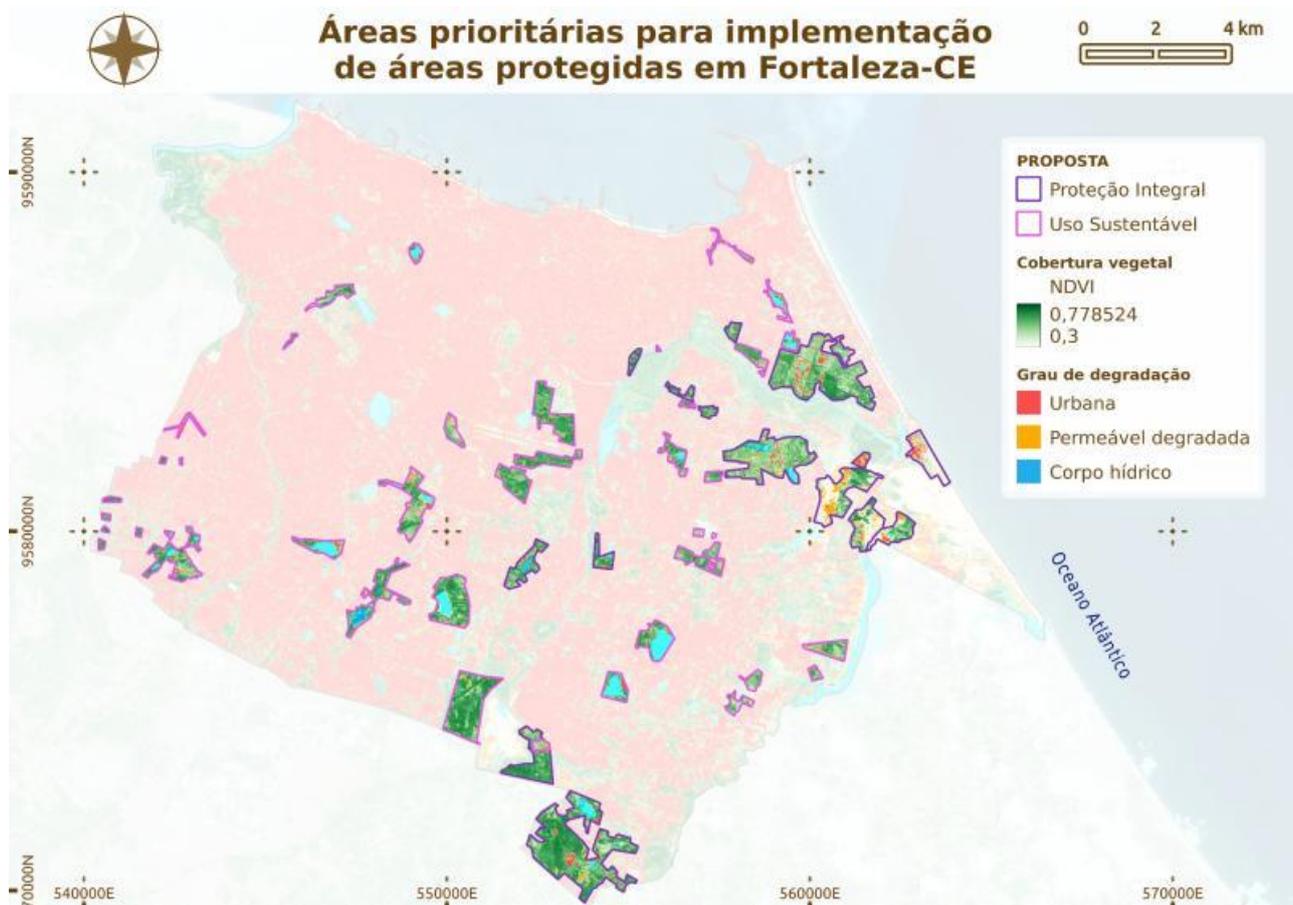


Figura 6 – Áreas verdes remanescentes em Fortaleza (CE), não legalmente protegidas e propostas para implementação em novas UC. Fonte: elaboração própria.

Em todas as categorias de UC presentes em Fortaleza, a área coberta por vegetação em mau estado de conservação equivale a pelo menos 18% da área total, variando de cerca de 10% até mais de 50% em cada UC individual. Na maioria das UC é possível fazer um esforço de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Mesmo nas UC de proteção integral, que são a categoria mais restritiva legalmente em termos de permissão de utilização do território, ocorrem trechos desmatados.

O mais interessante é compreender que apesar de haver 3.819,31 ha de superfície municipal incluída dentro de unidades de conservação em Fortaleza, isso não se traduz na preservação de toda essa área computada como UC. Na realidade, o valor cai para quase metade, são apenas 2.086,27 de ecossistemas terrestres legalmente protegidos efetivamente mantidos com cobertura vegetal dentro das UC. Portanto, trabalhos acadêmicos e relatórios técnicos precisam levar essa informação em consideração de modo a não superestimar os ecossistemas remanescentes protegidos.

Na tabela 2, observamos que em relação ao Índice de Efetividade das UC, 6 delas têm moderada efetividade e apenas a ARIE Sítio Curió é considerada efetiva. O que pode nos levar a questionar quais passos ou medidas que poderíamos tomar para tornar as UC mais efetivas, tendo em vista os critérios de cada tipo de UC, que em sua maioria são de Uso Sustentável. Nas

categorias de gestão predominou a II, que é o Parque Nacional, e V, que é a Paisagem terrestre e marinha protegida. A categoria II trata de áreas naturais ou quase naturais que resguardam processos ecológicos.

Por fim, apurou-se que há 18,8 Km² em Fortaleza que devem ser enquadrados como APP, segundo os critérios fornecidos na legislação federal. São restingas, manguezais, matas ciliares e dunas que deveriam ser protegidos por APP, que, segundo a legislação, objetiva “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade” (BRASIL, 2001, Art. 3º inciso II). Ainda assim, menos da metade dessa área apresenta cobertura vegetal remanescente em Fortaleza. Notadamente, 54,39% da área de APP está em elevado estado de degradação, deses, a maior parcela já não possui mais cobertura vegetal, e apresentam edificações típicas de zona urbana nos limites da APP. Já a área coberta por solo exposto e vegetação degradada corresponde a 4,9 km², restando menos de um quarto da área preservada.

As APP deveriam estar, teoricamente, em um nível de proteção equivalente às UC de Proteção Integral, já que, juridicamente, as possibilidades de intervenções são limitadas. No entanto, a pressão imobiliária direciona as populações mais vulnerabilizadas para as APP de recursos hídricos principalmente, além das pressões de ocupação por proprietários com muitos recursos econômicos e até pelo poder público, que acabam ocupando as APP com construções residenciais, comerciais ou infraestrutura urbana (observação pessoal). Já vimos a construção de supermercados, grandes lojas, vias públicas de acesso, além de moradias precárias, sendo feitas em APP, o que mostra que a população socialmente vulnerável, empresários e a própria prefeitura ocupam esse espaço que idealmente seria destinado a prestar serviços ambientais e proteção à biodiversidade.

Como dito anteriormente, os ecossistemas remanescentes em Fortaleza cobrem menos de um sexto da extensão municipal atualmente. Então, quanto da área verde remanescente não está sob salvaguarda do SNUC? Alarmantes 57% da cobertura vegetal ainda existente em Fortaleza estão vulneráveis à destruição. São 2.185,8 ha, ou quase 21,8 Km² de ecossistemas que permaneceram em meio à malha urbana, mas sem proteção por UC.

Além disso, Fortaleza possui 121 bairros. Os bairros com maior área absoluta de cobertura vegetal remanescente desprotegida apresentam características como: urbanização recente, seja acompanhada por alta especulação imobiliária em regiões de expansão urbana, ou ligada a processos de ocupação irregular e favelização; a presença de grandes áreas institucionais, como o aeroporto ou universidades; a proximidade com áreas de cobertura vegetal remanescente já protegidas por UC, como o Parque Estadual do Cocó. Uma lista completa dos bairros pode ser encontrada nos anexos.

O compilado da área relativa de cobertura vegetal em cidades brasileiras (tabela 3) mostra valores entre 8,0% e 38,1%. Os municípios com maior percentual de cobertura vegetal estão na região Norte, no domínio amazônico. Em comparação com outra metrópole nordestina, Fortaleza está bem abaixo dos 27,5% de cobertura vegetal presente em Natal.

Nome	Grau de proteção	Categoria IUCN	Órgão Responsável	Cadastro no CNUC	Área (ha)	Índice de Efetividade - SAMGe 2022 (%)	Biomass & área (ha) CNUC	Ecossistema	Ano de criação	Legislação	Plano de Manejo
APA da Lagoa da Maraponga	Uso sustentável	V	SEUMA	Sim	31,39	S.I.	Caatinga: 62,82	Mata de Tabuleiro	1991	DECRETO Nº 21.349/1991 e LEI 6.833/1991. Ato Legal de Regulamentação Decreto 14389 de 26/03/2019	Ausente
Parque Estadual Pedra da Risca do Meio	Proteção integral	II	SEMA	Sim	4.790,16	56,63	Área Marinha: 8.509,59	Aquático Marinho	1997	Lei ordinária Nº 12.717/1997. Ato Legal de ampliação Lei ordinária 17674 de 21/09/2021	Presente
Reserva Ecológica Particular da Sapi-ranga	Uso sustentável	S.I.	Fundação Maria Nilva Alves	Não	58,8	S.I.	S.I.	Manguezal	1997	LEI 24.220/96 e Portaria Nº 031/97 SEMACE	S.I.
APA do Estuário do Rio Ceará - Rio Maranguapinho	Uso sustentável	V	SEMA	Sim	2.734,99	51,58	Área Marinha: 4,45 Caatinga: 8.546,39	Manguezal e Mata de Tabuleiro	2021	Decreto Estadual 25.413, de 29/03/1999, DECRETO Nº 14.389, DE 26/03/2019, alterado pela Lei nº 17.535 de 23/06/2021. Ato Legal de Revisão dos Limites	Presente
APA do Estuário do Rio Pacoti	Uso sustentável	S.I.	SEMA	Sim	2.914,93	54,34	Caatinga: 22,69 Área Marinha: 2.888,31	Manguezal e Mata de Tabuleiro	2000	DECRETO Nº25778/2000. Decreto de Conselho Decreto - número 29.048 de 26/09/2007	Presente
ARIE Sítio Curió	Uso sustentável	V	SEMA	Sim	57,35	68,53	Caatinga: 57,4	Mata de Tabuleiro	2006	DECRETO Nº28.333/2006	Ausente
Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba	Proteção integral	II	SEUMA	Sim	467,6	S.I.	Área Marinha: 30,05 Caatinga: 437,87	Vegetação de Dunas	2006	DECRETO Nº 11.986/2006	Presente
APA da Sabiaguaba	Uso sustentável	S.I.	SEUMA	Não	1010	S.I.	S.I.	Manguezal, Vegetação de Dunas e Mata de Tabuleiro	2007	DECRETO Nº 11.987/2007	Presente
ARIE Prof. Abreu Matos	Uso sustentável	S.I.	SEUMA	Não	18,8	S.I.	S.I.	Cerrado Costeiro	2016	LEI Nº 10.537/2016	Ausente
ARIE das Dunas do Cocó	Uso sustentável	S.I.	SEUMA	Não	15,3	S.I.	S.I.	Vegetação de Dunas	2016	LEI Nº 9502/2009	Ausente
ARIE da Matinha do Campus do Pici	Uso sustentável	S.I.	SEUMA	Não	47	S.I.	S.I.	Mata de Tabuleiro	2016	LEI Nº 10.463/2016	Ausente

Parque Estadual do Cocó	Proteção integral	II	SEMA	Sim	1571,29	57,07	Área Marinha: 35,74 Caatinga: 3.119,03	Manguezal e Mata de Tabuleiro	2017	DECRETO N°32.248/2017	Presente
ARIE do Cambeba	Uso sustentável	V	SEMA	Sim	11,02	52,8	Caatinga: 11,02	Mata de Tabuleiro	2018	Decreto Estadual 32.834, de 30/10/2018	Presente
APA do Rio Maranguapinho	Uso sustentável	V	SEMA	Sim	1.781,55	46	Caatinga: 1.781,55	Mata ciliar e urbano	2021	Decreto Estadual 34.023, de 05/04/2021	Presente
APA da Lagoa da Precabura	Uso sustentável	S.I.	SEMA	Sim	629	S.I.	S.I.	Mata ciliar	2022	Decreto Estadual 34.939, de 05/09/2022.	Ausente

Tabela 2: Panorama das Unidades de Conservação do município de Fortaleza (CE). Fonte: elaboração própria. Nota: sem informação indicado pela sigla S.I.

Local	Área de cobertura vegetal percentual (%)	Referência
Santarém-PA	38,1	Trindade, <i>et al.</i> , 2021
Belém-PA	37	Luz e Rodrigues, 2014 <i>apud</i> Barros, 2017
Mossoró-RN	30	Silva, 2015 <i>apud</i> Barros, 2017
Salvador-BA	28	Oliveira <i>et al.</i> , 2009
Natal-RN	27,5	Barros, 2017
Santa Maria-PR	17	Alves, 2012
Maringá-PR	14	Sampaio <i>et al.</i> , 2012
Belo Horizonte-MG	12,6	Pereira, Rocha, Mengue, 2010
Vitória-ES	10	Souza <i>et al.</i> , 2013
Ponta Grossa-PR	9	Queiroz e Ribeiro, 2013
Porto Alegre-RS	8,0	Pereira <i>et al.</i> , 2010
Goiânia-GO	8	Martinho <i>et al.</i> , 2012

Tabela 3 – Compilação da área relativa da cobertura vegetal em cidades brasileiras. Fonte: elaboração própria.

A partir do mapeamento em alta resolução da cobertura vegetal em Fortaleza foi possível identificar que há oportunidade para ampliar a rede de unidades de conservação no município. No interior de cada APA, por exemplo, a criação de UCs de proteção integral permitiria a formação de um mosaico de áreas protegidas (conferir Art. 26 da Lei do SNUC, BRASIL, 2000), com gradientes de proteção na paisagem, de áreas mais urbanizadas e com maior permissividade de uso do solo, até áreas mais preservadas, com maior proteção legal. Há áreas extremamente bem conservadas dentro de APA, como as dunas do Miriú, que não são recobertas por UC de proteção integral e sofrem pressão política para aprovação de loteamentos de alto padrão no local (CABRAL, 2023). Em 2020, foi proposta a aprovação de um loteamento de 50 hectares sobre a área de floresta de dunas (restinga arbórea) do Miriú, o que gerou uma intensa resistência da população de Fortaleza contra a proposta de desmatamento. Apesar de uma recomendação do Ministério Público Estadual para que nenhuma intervenção seja autorizada na área, há o risco de em algum momento a área seja novamente alvo de um projeto de urbanização (DAMASCENO, 2020; REDAÇÃO DO JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE, 2020).

Nota-se que há áreas com alto grau de conservação também na APA do Rio Ceará, por apresentar uma extensa área de manguezal. Sabendo da importância histórica do Rio Ceará para Fortaleza e do potencial turístico pouco explorado da região (CMFOR, 2023), é importante criar instrumentos que sirvam à proteção da biodiversidade local que possam simultaneamente estimular

a visitação e controlar a pressão de urbanização. Também se observa a possibilidade de extensão de algumas UC e criação de corredores ecológicos de conexão entre as áreas protegidas.

Em relação ao Parque Estadual do Cocó, que representa a mais extensa e famosa UC de Fortaleza, calculamos que é possível ampliar o parque em até 1120 hectares extra apenas dentro dos limites de Fortaleza, e expandir o Parque Natural Municipal Dunas da Sabiaguaba incorporando até 210 ha, apenas incorporando aos dois parques áreas vegetadas contíguas que não estão legalmente protegidas atualmente. Outra prioridade seria a conservação e restauração de ecossistemas remanescentes em zonas de maior instabilidade ou vulnerabilidade natural, como dunas e manguezais.

Outras localidades de grande importância para conservação em Fortaleza, que podem ser observadas na figura 6 são: Serrote do Ancuri; área institucional do Aeroporto; área institucional da Universidade Federal do Ceará; Lago Montenegro; Lagoa do Passaré e Zoológico Municipal de Fortaleza; Lagoa do Mondubim; Lagoa da Viúva; Lagoa do Papicu; Lagoa do Sítio Tunga; Riacho Maceió e Parque Bisão; Riacho Alagadiço Grande, conectado à ARIE da Matinha do Pici.

Em um contexto de extensas áreas impermeabilizadas, as áreas verdes remanescentes possuem uma importância ambiental crucial, permitindo a sobrevivência da fauna e flora nativas, atuando como corredores ecológicos, permitindo a infiltração da água e fluxo hidrológico e servindo como locais de lazer para a população. Áreas como o Parque Estadual do Cocó, Parque Natural Municipal Dunas da Sabiaguaba e ARIE do Curió, por exemplo, já se tornaram locais de lazer importantes para a cidade (BARBOSA, 2021; ALMEIDA, 2022; FREITAS, 2022; BARBOSA, 2023). Outras dessas áreas de grande relevância para a conservação, como as dunas do Miriú, permanecem desprotegidas. É preciso compreender que essas são as últimas áreas onde várias espécies da fauna e flora nativa podem permanecer, sendo áreas especialmente importantes do ponto de vista da biodiversidade.

Garantir a sobrevivência desses ecossistemas permite enriquecer o sistema de áreas protegidas e parques urbanos de Fortaleza, proporcionando maior qualidade de vida para a população, descentralizando o acesso a espaços verdes e movimentando a economia. Aliás, o Parque Estadual do Cocó se mostra como a maior e mais importante UC na cidade de Fortaleza, pois cruza a cidade de ponta a ponta, reduzindo o impacto de enchentes e funcionando como corredor ecológico atualmente. Com nosso mapeamento, esperamos que a sociedade e o poder público possam, baseados em nosso mapeamento, ampliar as áreas protegidas.

CONCLUSÃO

O estudo cumpriu o objetivo de classificar o estado de conservação das áreas legalmente protegidas da cidade de Fortaleza, traçando um panorama a partir de dados primários e secundários. Sabe-se que o Parque Estadual do Cocó tem grande extensão absoluta e relativa de cobertura vegetal conservada, enquanto a ARIE da Floresta do Curió tem o maior alinhamento com os objetivos da UC. Além disso, foi capaz de identificar 60 áreas com ecossistemas terrestres preservados remanescentes vulneráveis ao desmatamento, já que não estão resguardados por proteção legal.

Esperamos que haja nos próximos anos expansão da rede de UCs da cidade e que a população cada vez mais possa conhecer e reconhecer a relevância dessas áreas verdes para a qualidade de vida da própria cidade.

Submetido em 30 de janeiro de 2024.

Aceito para publicação em 10 de setembro de 2024.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Gabriela. Pôr do sol na duna de Sabiaguaba é "point" no fim de semana. **O Povo**, Fortaleza, 25 set. 2022. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2022/09/25/por-do-sol-na-duna-de-sabiaguaba-e-point-no-fim-de-semana.html>>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- ALVES, Daniel B. **Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria (RS)**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9355>>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- ARAM, Farshid *et al.* Urban green space cooling effect in cities. [s.l.], **Heliyon**, v. 5, n. 4, p. 1-31, abr. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>>. Acesso em 25 mai. 2021
- BARBOSA, Diego. Guia de passeios culturais em Fortaleza para levar as crianças sem gastar muito. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 26 nov. 2021. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/verso/guia-de-passeios-culturais-em-fortaleza-para-levar-as-criancas-sem-gastar-muito-1.3162131>>. Acesso em: 13 jun. 2023
- BARBOSA, Diego. No Complexo da Sabiaguaba, um museu com vista pro rio e feito por moradores vai te encantar. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 04 jan. 2023. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/verso/no-complexo-da-sabiaguaba-um-museu-com-vista-pro-rio-e-feito-por-moradores-vai-te-encantar-1.3317843>>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- BARROS, Jocilene Dantas. **Distribuição espacial e qualificação da cobertura vegetal do município de Natal**, Rio Grande do Norte, Brasil. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/24028>> Acesso em: 12 mar. 2022.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, § 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de junho de 2001. Estatuto das Cidades. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2001.
- CABRAL, Ana Clara. Câmara debate criação da Unidade de Conservação da Mata do Miriú. **Câmara Municipal de Fortaleza**, Fortaleza, 05 mai. 2023. Disponível em: <<https://www.cmfor.ce.gov.br/2023/05/05/camara-debate-criacao-da-unidade-de-conservacao-da-mata-do-miriu/>>. Acesso em: 29 maio 2023.
- CONSTANZA, Robert *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Nova Iorque, v. 387, n. 6630, p. 253-260, May. 1997. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/387253a0>>. Acesso em 12 set. 2019
- COSTA, Anatarino Torres; CLAUDINO-SALES, Vanda. “Os vulcões cearenses” gênese e evolução dos relevos vulcânicos da região metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Revista de Geografia**, Recife, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.239442>>. Acesso em: 01 novembro 2023.

- DAMASCENO, Cindy. **Ambientalistas alertam para risco de loteamento aprovado em dunas da Sabiaguaba, em Fortaleza.** G1, Fortaleza, 10 jul. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/07/10/ambientalistas-alertam-para-risco-de-loteamento-aprovado-em-dunas-da-sabiaguaba-em-fortaleza.ghtml>>. Acesso em: 30 maio 2023.
- DE GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof MJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. [s.l.], **Ecological economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)>. Acesso em: 17 abr. 2023.
- FERREIRA, Assuero – Rigidez estrutural ao desenvolvimento no Semi-Árido Nordeste – [s.l.], **Revista de Ciências Sociais**, v. 40, n. 1, p. 7 - 19, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/783>>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FORTALEZA. Prefeitura Municipal. 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 de Fortaleza**: Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/PDPFOR-Plano-Diretor-1.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.
- FRANÇOSO, Renata D. *et al.* Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. Goiás, Brasil, **Natureza & conservação**, v. 13, n. 1, p. 35-40, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- FREITAS, Marília. Famílias aproveitam atividades gratuitas do Viva o Parque no Sítio Curio. **O povo**, Fortaleza, 23 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2022/01/23/familias-aproveitam-atividades-gratuitas-do-viva-o-parque-no-sitio-curio.html>>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- GOMES, Francisco Vladimir Silva *et al.* Representatividade ecológica e extensão total de áreas protegidas pelas unidades de conservação no estado do Ceará, Brasil. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-64481>>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- HAGEN, Emily *et al.* Impacts of urban areas and their characteristics on avian functional diversity. [s.l.], **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 84, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00084>>. Acesso em: 19 fev. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Prévia da População dos Municípios com base nos dados do Censo Demográfico 2022 coletados até 25/12/2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/2098-np-censodemografico/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938>>. Acesso em: 09 out. 2023
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil municipal 2017 - Fortaleza.** Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Fortaleza_2017.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

IUCN, International Union For Conservation Of Nature. **Effective protected areas**. [s.l.], 2008. Disponível em: <<https://www.iucn.org/our-work/topic/effective-protected-areas>>. Acesso em: 24 maio 2023.

LEAL FILHO, Walter *et al.* Reviewing the role of ecosystems services in the sustainability of the urban environment: A multi-country analysis. [s.l.], **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 1 - 14, 2020. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121338>>. Acesso em: 20 jul. 2023

MAROJA, Thayana Evangelista *et al.* Dados preliminares de síndromes de polinização e dispersão da flora herbácea em praças do bairro Tambiá da cidade de João Pessoa, Paraíba. [s.l.], **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.2543962>>. Acesso em; 20 abr. 2022.

MARTINHO, Paulo Roberto R. *et al.* **Metodologia de monitoramento de cobertura vegetal – estudo de caso: Município de Goiânia**, GO. Campinas: Embrapa, 2012 Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/960716>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

MCDONALD, Robert I. *et al.* Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. [s.l.], **Nature Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 16-24, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41893-019-0436-6>>. Acesso em: 02 mar. 2022.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. [s.l.], **Bioscience**, v. 52, n. 10, p. 883, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:ubac\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:ubac]2.0.co;2)>. Acesso em: 02 mar. 2022.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: JUNIOR, L. C.; PADUA, C. V. P.; RUDRAN, R. (Orgs.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. rev. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2006.

MORO, Marcelo Freire *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia** [on-line], Rio de Janeiro, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rod/v66n3/2175-7860-rod-66-03-00717.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

OLIVEIRA, Anderson G. de *et al.* Mapeamento de índices de cobertura vegetal dos bairros de Salvador-BA com uso de imagens do sensor RapidEye para o ano de 2009. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2013. Disponível em: <<http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.49.32/doc/p1405.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

PEREIRA, Manuela Corrêa; ROCHA, José Renato; MENGUE, Vagner Paz. Comparação de índices e espacialização da cobertura vegetal arbórea dos bairros centro de duas metrópoles brasileiras: Belo Horizonte e Porto Alegre. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/download/66245/38121>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

QUEIROZ, Dulcina A. H. de O.; RIBEIRO, Selma Regina A. Análise têmporo-espacial da cobertura vegetal da área urbana de Ponta Grossa-PR (Brasil). In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DE

AMÉRICA LATINA, 13, 2013, Lima. **Anais...** Lima, 2013. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiarurbana/100.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

REDAÇÃO DO JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE. **Conselho Gestor aprova demarcação de loteamento em dunas da Sabiaguaba.** Fortaleza, 2020. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/conselho-gestor-aprova-demarcacao-de-loteamento-em-dunas-da-sabiaguaba-1.2964785>>. Acesso em: 30 maio 2023.

ROTERMUND, R. M. **Análise e planejamento da floresta urbana enquanto elemento da infraestrutura verde: estudo aplicado à Bacia do Córrego Judas/Maria Joaquina**, São Paulo. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-25072012-155450/pt-br.php>>. Acesso em: 22 de jun. 2020.

ROYAL BOTANIC GARDENS, Kew. **State of the World's Plants 2016.** Londres, 2016. Disponível em: <<https://www.kew.org/science/state-of-the-worlds-plants-and-fungi>>. Acesso em: 20 nov. 2023

SALATA, Andre Ricardo, RIBEIRO, Marcelo Gomes. **Boletim Desigualdade nas Metrôpoles. Porto Alegre/RS**, n. 07, 2022 Disponível em: <<https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SAMPAIO, André Cesar F. *et al.* Avaliação da cobertura florestal no município de Maringá, Paraná. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 7, n. 2, p.89-101, 2012.

SANTOS, J.de O. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza - CE.** Imprensa Universitária, Fortaleza 2016. p.188. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/22052/1/2016_liv_josantos.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2022.

SOMME, Laurent *et al.* Food in a row: urban trees offer valuable floral resources to pollinating insects. [s.l.], **Urban Ecosystems**, v. 19, p. 1149-1161, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-016-0555-z>>. Acesso em: 13 set. 2022.

SPOTSWOOD, Erica N *et al.* The Biological Deserts Fallacy: cities in their landscapes contribute more than we think to regional biodiversity. [s.l.], **Bioscience**, v. 71, n. 2, p. 148-160. 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/biosci/biaa155>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SOUZA, Samira M. de *et al.* Análise dos fragmentos florestais urbanos da cidade de Vitória – ES. **REVSBAU**, v.8, n.1, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/download/66524/38332>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

TRINDADE, Ariadne Reinaldo *et al.* Mapeamento de remanescentes florestais em áreas urbanas: uso de dados espaciais para estimativa de índice de áreas verdes e de sequestro de carbono: mapping of a forest remnant in urban area: use of spatial data to estimate green area index and carbon sequestration. **Revista GeoNordeste**, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/14635>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

U. N. – Habitat (2022). **World Cities Report 2022**: Envisaging the future of cities. United Nations Human Settlements Programme: Nairobi, Kenya, 41-44. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.