



## USO E COBERTURA DA TERRA E DESAFIOS AMBIENTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: ESTUDO SOBRE A APA DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ

### *LAND USE AND COVERAGE AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN CONSERVATION UNITS: STUDY ON THE APA OF THE CEARÁ RIVER ESTUARY*

### *USO Y COBERTURA DEL SUELO Y DESAFÍOS AMBIENTALES EN UNIDADES DE CONSERVACIÓN: ESTUDIO SOBRE LA APA DEL ESTUARIO DEL RÍO CEARÁ*

FRANCISCO CAIO DA SILVA<sup>1</sup>  
FLÁVIO RODRIGUES DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geógrafo pela Universidade Federal do Ceará, e-mail: [caioduarte18@gmail.com](mailto:caioduarte18@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr. da Universidade Federal do Ceará, e-mail: [flaviorn@yahoo.com.br](mailto:flaviorn@yahoo.com.br)

#### RESUMO

As Unidades de Conservação (UCs) existentes na política ambiental brasileira são importantes instrumentos de gestão e gerenciamento de ecossistemas naturais. Elas desempenham um papel fundamental no combate à degradação do meio ambiente e na promoção do desenvolvimento sustentável. Apesar disso, a existência das UCs não assegura completamente a preservação da natureza e seus recursos. A Área de Proteção Ambiental (APA) do Estuário do Rio Ceará é uma Unidade de Conservação que aponta para um elevado índice de vulnerabilidade às atividades antrópicas, sobretudo aquelas que produzem impactos ambientais negativos. Por esta razão, a presente pesquisa teve como objetivo identificar as diferentes tipologias e as problemáticas ambientais associadas ao Uso e Cobertura da Terra da APA, a fim de se verificar como os principais problemas ambientais oriundos da produção do espaço interferem na sua organização espacial e no seu equilíbrio ecológico. Diante disso, a metodologia empregada neste estudo reúne técnicas de revisão bibliográfica e documental, assim como a análise e interpretação de imagens dos satélites CBERS4A e do Google Earth. Como principal resultado, foi obtido um mapa composto por seis classes de uso e cobertura da terra, reunindo aspectos relacionados às atividades antrópicas e à cobertura vegetal da UC. Além disso, também ficou constatado que a APA do Estuário do Rio Ceará têm sido diretamente impactada pelas ações humanas, principalmente em função do crescimento urbano desordenado e do uso inadequado de seus recursos naturais, o que produz uma série de efeitos nocivos aos fatores bióticos e abióticos da APA e compromete a sua sustentabilidade.

**Palavras-Chave:** Uso e Cobertura da Terra; Espaço Urbano; Degradação Ambiental; Geoprocessamento.

#### ABSTRACT

The Conservation Units (CUs) that exist in Brazilian environmental policy are important instruments for managing natural ecosystems. They play a fundamental role in combating environmental degradation and promoting sustainable development. Despite this, the existence of CUs does not completely guarantee the preservation of nature and its resources. The Environmental Protection Area (EPA) of the Estuary of the Ceará's River is a Conservation Unit that is highly vulnerable to anthropic activities, especially those that produce negative environmental impacts. For this reason, the aim of this study was to identify the different typologies and environmental problems associated with the EPA's Land Use and Land Cover, in order to see how the main environmental problems arising from the production of space interfere with its spatial organization and ecological balance. In view of this, the methodology employed in this study combines bibliographical and documentary review techniques, as well as the analysis and interpretation of images from the CBERS4A and Google Earth satellites. The main result was a map made up of six classes of land use and cover, bringing together aspects related to anthropic activities and the vegetation cover of the UC. It was also found that EPA of the Estuary of the Ceará's River has been directly impacted by human actions, especially as a result of disorderly urban growth and the inappropriate use of its natural resources, which produces a series of harmful effects on the EPA's biotic and abiotic factors and compromises its sustainability.

**Keywords:** Land Use and Cover; Urban space; Environmental degradation; Geoprocessing.

#### RESUMEN

Las Unidades de Conservación (UC) existentes en la política ambiental brasileña son instrumentos importantes para la gestión de los ecosistemas naturales. Desempeñan un papel fundamental en la lucha contra la degradación ambiental y la promoción del desarrollo sostenible. Pese a ello, la existencia de las UC no asegura completamente la preservación de la naturaleza y sus recursos. El Área de Protección Ambiental (APA) del Estuario del Río Ceará es una Unidad de Conservación que apunta a un alto nivel de vulnerabilidad a las actividades humanas, especialmente aquellas que producen impactos ambientales negativos. Por esta razón, la presente investigación tuvo como objetivo identificar las diferentes tipologías y problemas ambientales asociados al Uso y Cobertura del Suelo APA, con el fin de verificar cómo los principales problemas ambientales derivados de la producción del espacio interfieren en su organización espacial y su ecología. balance. Por tanto, la metodología utilizada en



este estudio reúne técnicas de revisión bibliográfica y documental, así como el análisis e interpretación de imágenes de los satélites CBERS4A y Google Earth. Como principal resultado se obtuvo un mapa compuesto por seis clases de uso y cobertura del suelo, reuniendo aspectos relacionados con las actividades antropogénicas y la cobertura vegetal de la UC. Además, también se encontró que las APA del Estuario del Río Ceará han sido impactadas directamente por la acción humana, principalmente debido al crecimiento urbano desordenado y al uso inadecuado de sus recursos naturales, lo que produce una serie de efectos nocivos sobre los factores bióticos y abióticos de las APA. y compromete su sostenibilidad.

**Palabras clave:** Uso y Cobertura del Suelo; Espacio urbano; Degradación ambiental; Geoprosesamiento.

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história humana, a natureza sempre desempenhou um papel importante dentro do contexto econômico, social e cultural dos mais diversos povos. Como consequência dessa relação, a busca por meios de se proteger ambientes naturais é algo que acompanha a evolução da própria sociedade. Todavia, mais recentemente, cresceu-se a urgência em se resguardar de forma mais eficaz a natureza, já que o crescimento das desigualdades sociais, a expansão urbana e demandas cada vez maiores por recursos naturais, são apenas alguns dos diversos fatores que tem impulsionado a degradação do meio ambiente, pondo em risco a existência destes espaços.

No Brasil, as Unidades de Conservação são uma das forças mais expressivas voltadas à manutenção de ecossistemas, elas viabilizam que ambientes de grande valor biológico e serviços ecossistêmicos importantíssimos estejam protegidos segundo legislações ambientais específicas. No entanto, a mera existência das UCs não é capaz de assegurar completamente a proteção da natureza e seus recursos.

No caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Estuário do Rio Ceará, uma Unidade de Conservação de uso sustentável localizada entre as cidades de Fortaleza e Caucaia (Figura 1), a presença humana tem contribuído significativamente para uma descaracterização progressiva de seus ambientes naturais. Algo que acarreta prejuízos aos solos, à biodiversidade, aos recursos hídricos e vários outros efeitos negativos que afetam diretamente a natureza e as condições de vida do próprio homem. Assim, estas tensões geradas por dinâmicas antrópicas adversas comprometem o equilíbrio ecológico da UC e lhe conferem uma acentuada vulnerabilidade ambiental.

Desta forma, a relevância deste estudo parte da necessidade de compreender quais seriam os principais desafios ambientais enfrentados pela APA do Estuário do Rio Ceará. Uma vez que a garantia de um desenvolvimento humano equilibrado só pode ser alcançada por meio de um estudo que relacione como a sociedade humana modifica o meio em que vive em função de suas necessidades e seus interesses. A fim de que, a partir do conhecimento assimilado, seja possível formular soluções para possíveis conflitos, e assim, garantir que tais anseios sejam atendidos sem causar prejuízos à natureza.

Portanto, o objetivo central da pesquisa é: identificar as principais tipologias e os desafios ambientais relacionados ao Uso e Cobertura da Terra da APA do Estuário do Rio Ceará. Com isso, visando tanto a contribuição científica quanto o fomento à promoção de políticas de preservação ambiental e desenvolvimento social.

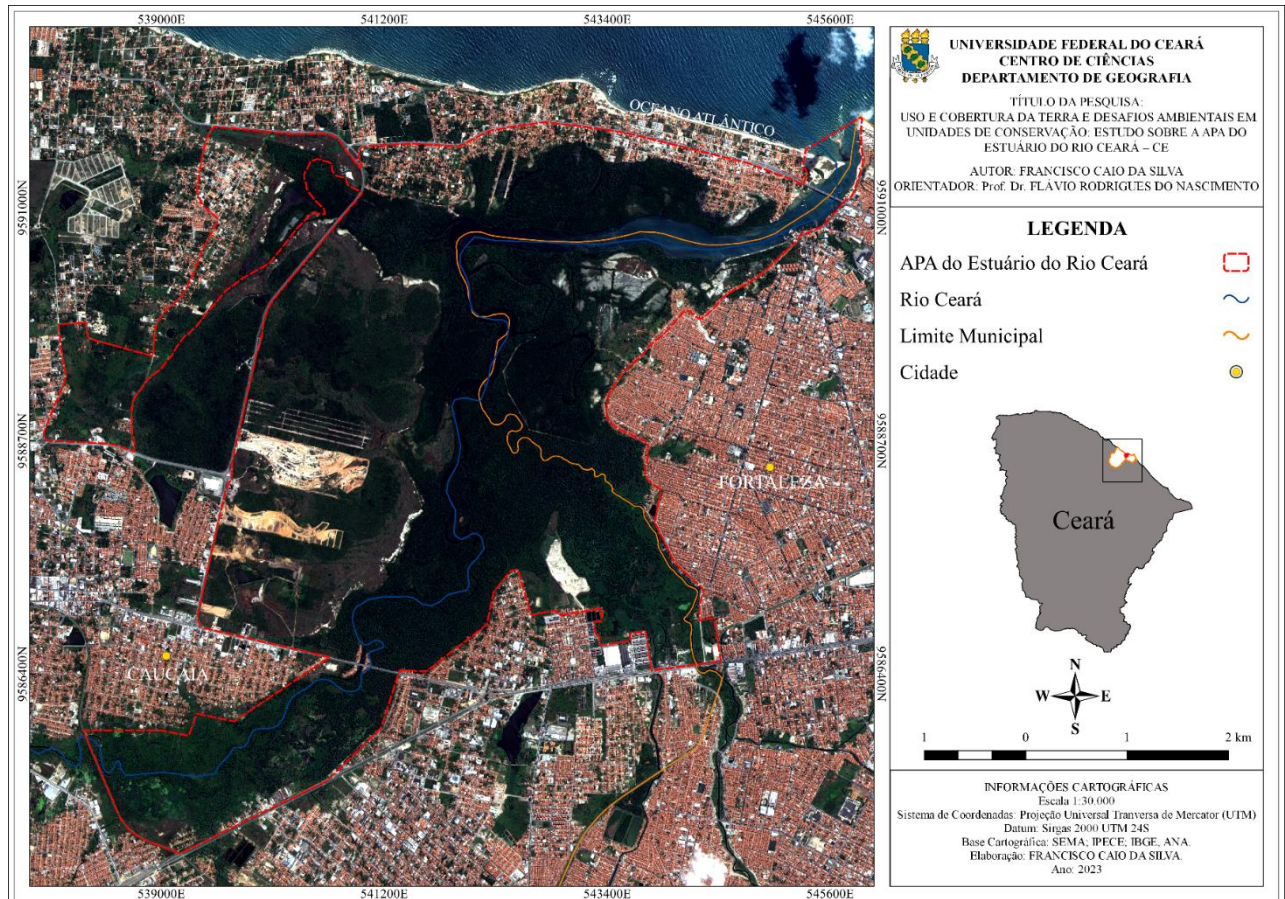
## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

Localizada pontualmente entre os municípios de Fortaleza e Caucaia, a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará constitui uma paisagem de exceção em meio ao espaço urbano que coexiste entre as duas maiores cidades do Estado do Ceará.

Comportando um território de 2.734,99 hectares, a APA foi instituída por meio do decreto Estadual Nº 25.431, de 29 de março de 1999. Sua criação traz como objetivos principais a conservação de seus aspectos naturais, bióticos e culturais, além da promoção do uso adequado da terra (CEARÁ, 1999). No mapa de localização abaixo, é possível visualizar a posição geográfica da APA do Estuário do Rio Ceará entre as cidades de Fortaleza e Caucaia:

**Figura 1** – Localização da APA do Estuário do Rio Ceará - CE



Fonte: SEMA, IPECE, IBGE, ANA, Elaboração Cartográfica dos autores, 2024.

Enquanto as condições climáticas, menciona-se que a UC está inserida na ocorrência do clima Tropical Quente Subúmido. Segundo Brito, Silva e Crispim (2019), neste tipo climático as temperaturas médias superam os 24° C e o regime pluviométrico possui médias anuais situadas nas casas dos 1000 mm e 14000 mm. Em relação aos seus aspectos físicos, o território da APA compreende como subcompartimentos de relevo as feições de campos de dunas, faixa de praia, planície fluviomarinha, planície fluvial e tabuleiros pré-litorâneos (MENEZES, 2017).

Ainda segundo a autora supracitada, dentro do contexto pedológico, a APA do Estuário do Rio Ceará concentra os Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos Sálícos, Planossolos e Argissolos Vermelho Amarelo como as classes de solo predominantes. No que diz respeito às suas características fitoecológicas, a UC e seu entorno apresentam uma variedade de complexos vegetacionais, dentre os quais se encontram as vegetações correntes na faixa de praia e campos de dunas, a vegetação de mangue, vegetação dos tabuleiros e a mata ciliar (MORO *et al.*, 2015).

Se tratando dos seus aspectos sociais, é viável dizer que os bairros que circundam e até mesmo estão inseridos diretamente na APA, a exemplo dos bairros Vila Velha e Barra do Ceará em Fortaleza, e Iparana e Parque Leblon em Caucaia, possuem elevados índices de



vulnerabilidade social e ambiental, assim como altos índices de pobreza e violência urbana, acompanhadas também por baixas condições habitacionais (PEQUENO, 2009; ZANELLA *et al.*, 2009).

### Levantamentos bibliográficos e documentais

Os levantamentos bibliográficos que integram o arcabouço teórico do presente estudo foram realizados por meio de consultas aos principais bancos de pesquisas e trabalhos científicos disponíveis na *internet*, tais como: *Google Scholar* e *ResearchGate*; e nos repositórios das universidades Federal e Estadual do Ceará. Para isso, utilizou-se como palavras-chave de busca os seguintes termos: “Unidade de Conservação”; “APA do Estuário do Rio Ceará”; “Degradação Ambiental”; “Uso e Cobertura da Terra” e “Geoprocessamento”.

No que concerne aos levantamentos documentais, recorreu-se aos sítios eletrônicos de órgãos e instituições públicas para a aquisição de relatórios ambientais e material cartográfico, sendo estas: Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); Agência Nacional de Águas (ANA) e Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA).

### Mapeamento de uso e cobertura da terra

Partindo do pressuposto que, segundo Leite e Rosa (2012), os levantamentos de uso e cobertura da terra buscam o reconhecimento das formas de utilização do espaço terrestre por parte das ações humanas, ou, quando na ausência destas práticas, das diferentes tipologias de cobertura vegetal, rochas, corpos hídricos ou quais outras respostas espectrais verificados em sensoriamento terrestre sobre a superfície.

Sendo assim, para a elaboração de um mapa de uso e cobertura da terra que atendesse aos objetivos pretendidos pela pesquisa e a área de estudo em questão, recorreu-se a técnica de interpretação visual de imagens em associação a vetorização manual, julgando ser esta a metodologia mais adequada. Desta forma, o mapeamento realizado seguiu as etapas de:

1) Aquisição de imagens; 2) Pré-processamento; 3) Interpretação Visual e Chave de Classificação, e 4) Espacialização das classes.

#### 1) Aquisição de imagens

A princípio, foram adquiridas imagens do satélite CBERS4A junto ao sítio eletrônico da Divisão de geração de Imagens (DGI) do INPE. As imagens obtidas são do sensor WPM, da Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura, que tem como resolução espacial oito metros nas bandas multiespectrais e dois metros de resolução espacial na banda pancromática. O *download* das cenas em questão foi realizado no dia 13/09/2022 e estas correspondem ao dia 06/08/2022, órbita e ponto 198/118.

#### 2) Processamento digital de imagens

Logo em seguida, as imagens foram aplicadas no QGIS, sigla em inglês para *Quantum Geographic Information System*, *software* do Sistema de Informações Geográficas (SIG) que oportuniza a criação e manipulação dos mais diversos produtos cartográficos e análise de dados espaciais. Uma vez que estas imagens já possuem correção atmosférica e geométrica, estes dois procedimentos foram dispensados na etapa de processamento digital. Sendo assim, procedeu-

se a reprojeção do Datum de referência das imagens, substituindo-se o WGS84 por Sirgas 2000, e mantendo o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e o fuso correspondente ao estado do Ceará, o 24° sul, ou, 24S.

Efetuada a reprojeção das coordenadas, foi elaborada uma mesclagem das bandas multiespectrais 2+3+4, que correspondem, respectivamente, às bandas dos espectros verde, vermelho e infravermelho próximo. Mesclagem essa, que foi realizada para viabilizar a visualização adequada do meio físico da terra. Na composição colorida resultante, as fitofisionomias são representadas por tons relativos à cor verde, enquanto os corpos hídricos aparecem em tons que vão do azul escuro ao preto. Já as edificações e o solo exposto, estes são representados pelos tons rosa, cinza e amarelo. Feito isso, foi efetuado o recorte para a área de interesse da pesquisa.

É preciso atentar ao fato de que, originalmente, estas imagens possuem oito metros de resolução espacial. Desta forma, para aprimorar a visualização do que é representado pela imagem e conferir uma maior acurácia aos resultados da pesquisa, foi realizada uma fusão da composição colorida 2+3+4 com a banda pancromática (0). Este processo, que também recebe o nome de *pansharpening*, consiste basicamente na fusão entre imagens multiespectrais de baixa resolução com imagens pancromáticas de maior resolução, criando apenas uma única imagem colorida de alta resolução espacial. Com isso, a composição colorida 2+3+4, ao ser fusionada com a banda pancromática (0), teve sua resolução espacial ampliada, de oito para dois metros, adquirindo uma maior qualidade visual.

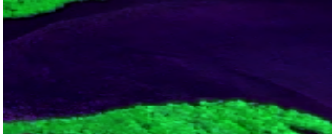
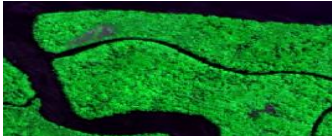

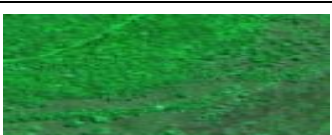




### 3) Intepretação visual

Após os procedimentos listados anteriormente, deu-se início a montagem da chave de classificação que orientaria a vetorização das feições do mapa de uso e cobertura da terra da APA. Inicialmente, é realizada uma interpretação visual da imagem, momento em que se observa de que forma os elementos presentes na realidade terrestre da UC são representados na composição colorida. Trata-se de uma análise preliminar da imagem.

Tal abordagem metodológica baseia-se em Florenzano (2011), onde segundo o autor, independentemente da resolução e escala, as imagens orbitais obtidas por sensores remotos possuem elementos básicos que permitem a interpretação e coleta de dados e informações referentes a áreas, objetos ou fenômenos que se manifestam na superfície terrestre. Desta maneira, ainda conforme o autor, são encarados como elementos comuns às imagens de satélites os aspectos relativos à **cor, textura, forma, tamanho, sombra, padrão, altura e localização** dos objetos.

A observação e análise dos padrões adquiridos por estes aspectos, torna possível a elaboração de sistemas de classificação voltados à construção de mapeamentos temáticos, tais como os de uso e cobertura da terra. Com base nisso, foi estruturada para os elementos constituintes do meio físico da APA do Estuário do Ceará, e que foram identificados na composição colorida das bandas 2+3+4 do satélite CBERS4A, a seguinte chave de classificação:

**Quadro 1 – Chave de classificação**

<b>Chave de Classificação</b>		
<b>Objeto</b>	<b>Classe</b>	<b>Propriedades</b>
	<b>Corpos Hídricos</b>	Textura: lisa; Cor: azul escuro ao preto; Forma: linear e curvilínea (rios) e irregulares (lagoas).
	<b>Vegetação de Mangue</b>	Textura: rugosa; Cor: verde escuro; Forma: irregular;
	<b>Área Urbana</b>	Textura: ligeiramente rugosa; Cor: magenta e amarelo; Forma: irregular.
	<b>Vegetação de Tabuleiro</b>	Textura: ligeiramente rugosa; Cor: verde; Forma: irregular; Localizado na porção oeste da APA.
	<b>Coberturas Arenosas</b>	Textura: lisa; Cor: magenta (areia) e verde (vegetação de dunas); Forma: irregular; Localização no extremo norte da APA.
	<b>Apicum</b>	Textura: lisa à ligeiramente rugosa; Cor: roxa acinzentado; Forma: irregular; Localização entre a vegetação de mangue.
	<b>Solo Exposto</b>	Textura: lisa; Cor: magenta; Forma: irregular; Localização próxima à rodovias e sítio urbano.
	<b>Planície Fluvial com Mata Ciliar</b>	Textura: ligeiramente rugosa; Cor: verde; Forma: irregular; Localização acompanha o leito dos rios, compreendendo áreas sujeitas à inundação periódica.

Fonte: Autores, 2024.

### Espacialização das classes

Concluída a montagem da chave de classificação, procedeu-se a espacialização no SIG das classes definidas, processo que foi realizado por meio de vetorização manual. Nesta etapa, a metodologia aplicada seguiu as diretrizes propostas pelo Manual Técnico de Uso da Terra (MTUT) do IBGE (2013), admitindo-se a escala de 1:10.000 como base para vetorização.

Diante disso, é preciso atentar-se a dois conceitos que constituem a base dos levantamentos de uso e cobertura da terra: a escala de mapeamento e a unidade mínima de mapeamento. Em linhas gerais, estes dois princípios tratam da relação existente entre a escala utilizada para mapeamento e a representação daquilo que é mapeado.

Segundo o MTUT (IBGE, 2013), em uma escala de 1:250.000, a menor área possível a ser mapeada equivaleria a um polígono de 156 hectares. Logo, ajustando esta proporção para a escala pretendida no presente levantamento, no caso 1:10.000, têm-se a unidade mínima de mapeamento igual ao espaço de 6,24 hectares. Portanto, feições com dimensão menor que 6,24 hectares não poderiam ser representadas no mapeamento em questão.

Em síntese, isto significa dizer que, ainda que determinadas feições presentes na realidade terrestre também apareçam nas imagens de satélite, dependendo da escala, estas não poderão ser retratadas num levantamento de uso e cobertura da terra se não atingirem o tamanho mínimo a ser mapeado, ou, a unidade mínima de mapeamento. Sob estas condições, é realizada então uma homogeneização daquilo que compreende o conjunto de elementos mais representativos em um dado espaço.

Contudo, isso não significa que as informações retratadas no levantamento estão incorretas, mas sim, fornecem uma reprodução admissível da realidade; uma vez que, segundo o MTUT (IBGE, 2013, p.41) “nenhuma cobertura da terra poderá ser mapeada em toda sua diversidade e complexidade”.

Por fim, é importante mencionar que a metodologia aplicada no estudo em análise também se utilizou do *Google Earth Pro*, outro *software* do SIG que proporcionou uma melhor observação dos elementos que integram a realidade terrestre da APA. Concluídos os procedimentos supracitados, procedeu-se a etapa de análise dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a construção de um mapeamento temático de uso e cobertura da terra para a APA do Estuário do Rio Ceará, objetiva-se reconhecer como os diferentes usos humanos e os elementos naturais que integram a realidade da UC se organizam e se distribuem ao longo de seu território.

Para Rosa (2013), o conhecimento atualizado das formas de uso da terra, assim como seu uso histórico, são de total importância para o estudo dos fenômenos que se desenvolvem sobre dada região, uma vez que, o aproveitamento inadequado deste elemento e seus componentes provoca a degradação do meio ambiente. Sendo assim, o reconhecimento das diversas formas de apropriação da terra na APA e dos seus recursos naturais, oportuniza a tomada de decisão para que eventuais impactos ambientais possam ser mitigados.

Deste modo, a consolidação do mapeamento de uso e cobertura da terra da APA do Estuário do Rio Ceará, referente ao ano de 2022 que fora realizado na presente pesquisa, obteve um mapa elaborado em escala de semidetalhe de 1:10.000 e publicado na escala de 1:30.000. A precisão dos resultados alcançados está associada a qualidade das imagens do satélite CBERS4A, que foram utilizadas neste estudo.

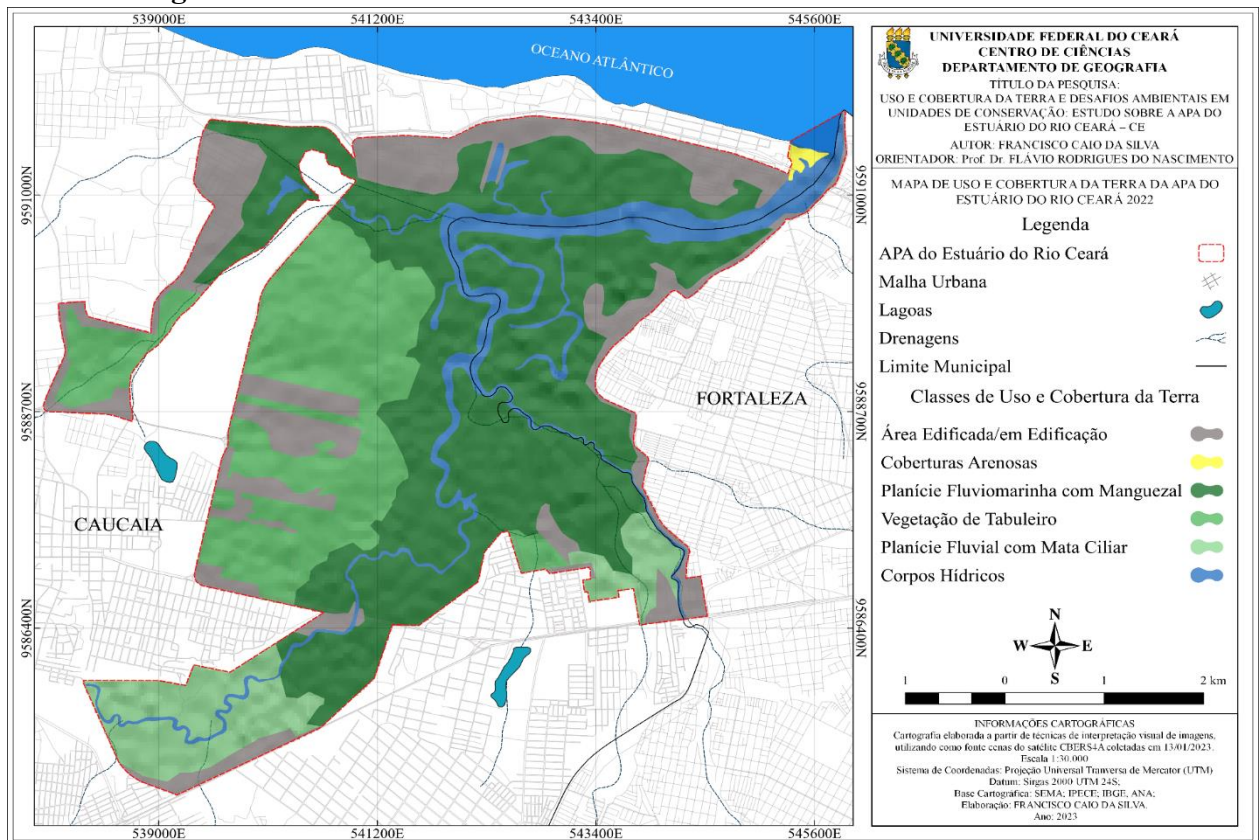
No referido mapa, foram identificadas e mapeadas sete classes, que correspondem às legendas de uso e cobertura da terra, são estas:

- Área Edificada/em Edificação;
- Coberturas Arenosas;
- Planície Fluviomarinha com Manguezal;
- Vegetação de Tabuleiro;
- Planície Fluvial com Mata Ciliar;
- Corpos Hídricos.



Na figura abaixo, é possível verificar o resultado obtido pelo mapeamento:

**Figura 2 - Uso e Cobertura da Terra da APA do Estuário do Rio Ceará 2022**



Fonte: SEMA, IPECE, IBGE, ANA, Elaboração Cartográfica dos autores, 2024.  
 Neste sentido, a tabela abaixo destaca a relação espacial existente entre as classes mapeadas e a área total da UC:

**Tabela 1 – Estimativa das áreas de uso e cobertura da terra da APA do Estuário do Rio Ceará 2022**

Estimativa das Áreas de Uso e Cobertura da Terra da APA do Estuário do Rio Ceará 2022		
Classe	Área (ha)	% Relativa à Área Total da APA
Planície Fluviomarina com Manguezal	1171,77	42,8%
Vegetação de Tabuleiro	576,91	21,1%
Área Edificada/Em Edificação	498,54	18,2%
Corpos Hídricos	246,96	9,0%
Planície Fluvial com Mata Ciliar	232,11	8,5%
Coberturas Arenosas	8,70	0,3%
<b>Total</b>	<b>2734,99</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autores, 2024.



### Planície fluviomarinha com manguezal (vegetação de mangue + apicum)

Em síntese, as planícies fluviomarinhas são ambientes que sofrem a atuação conjunta de processos continentais, relacionados à ação fluvial, e marinhos, decorrentes das oscilações do nível de maré. É sob estes sistemas ambientais que se desenvolve uma vegetação adaptada a terrenos com altos índices de salinidade e que é própria dos manguezais.

Conforme Moro *et al.* (2015), os manguezais, além de sua formação florestal característica, que reúne espécies arbóreas e arbustivas dos gêneros *Laguncularia* (Mangue-Branco), *Rhizophora* (Mangue-Vermelho), *Avicennia* (Mangue-Preto) e *Conocarpus* (Mangue de Botão), concentram também um subtipo de ambiente, o qual é denominado de apicum. Por sua vez, ainda segundo os autores, os apicuns são campos arenosos desprovidos de vegetação que se formam em áreas hipersalinas, denotando uma zona de transição da região entre marés e a terra firme.

Por esta razão, admitindo-se que os apicuns compreendem um subsistema dos manguezais, optou-se por reunir as tipologias “Vegetação de Mangue” e “Apicum”, designadas na chave de classificação, na presente classe.

Conforme dados de seu Plano de Manejo, a APA do Estuário do Rio Ceará, comportava em 2005, uma área de aproximadamente 500 hectares de manguezal (CEARÁ, 2022). Enquanto isso, outros dados coletados por Thiers, Meireles e Santos (2016), sugerem para o ano de 2007, a existência de 982,35 hectares de mangue no estuário do Rio Ceará. Já segundo Neto (2013), a vegetação de mangue ocupava no Rio Ceará em 2009, uma área estimada em 1006,6 hectares.

Em contrapartida, o presente estudou notificou por meio do seu mapeamento de uso e cobertura da terra, a ocorrência de 1.171,77 hectares do ecossistema de manguezal na APA, o que corresponderia a 42,8% do total de sua área, sendo então a classe mais representativa da UC. De modo geral, ao se comparar os dados oficiais de 2005 registrados no plano de manejo da APA e os de 2022 assimilados por esta pesquisa, observa-se ao longo destes 17 anos um avanço de 134,35% das áreas compreendidas pelo manguezal.

De maneira similar, Neto (2013), ao analisar o período situado entre os anos de 1968 e 2009, verificou neste intervalo de tempo, um crescimento de 165% das áreas ocupadas pela vegetação de mangue no estuário do Rio Ceará. Segundo ele, esse crescimento estaria associado a um processo de regeneração natural da vegetação de mangue em áreas do estuário que no passado foram impactadas pela atividade salineira.

A exploração do sal passou a ser desenvolvida na região de mangue do estuário do Rio Ceará a partir de 1930, perdurando até meados da década de 70, quando o produto sofreu uma desvalorização no quadro regional, o que fez com que sua produção entrasse em declínio. Nestes mais de 40 anos, a atividade salineira comprometeu de forma considerável o ecossistema de mangue, acarretando o desmatamento de sua vegetação natural (NETO, 2013).

Com isso, é possível concluir que apesar da influência histórica das atividades salineiras na APA e seu elevado potencial de degradação, as áreas ocupadas pela vegetação de mangue mostraram ao longo do tempo uma regeneração considerável. No entanto, apesar da resiliência do manguezal, este ecossistema ainda se encontra diretamente afetado pelas atividades humanas. Em síntese, os principais desafios relacionados à conservação do manguezal da APA do Estuário do Rio Ceará são pertinentes ao desmatamento, queimadas e à pesca predatória (CEARÁ, 2022).

Ademais, a planície fluviomarinha é um ambiente dotado de uma ecodinâmica altamente instável, justamente pela confluência de processos fluviais e marinhos neste ecossistema, o que lhe confere uma acentuada vulnerabilidade ambiental (MEDEIROS; SOUZA, 2015). Desta forma, a intervenção antrópica na planície fluviomarinha da APA do Estuário do Rio Ceará

apresenta riscos significativos à manutenção de sua sustentabilidade e compromete também os demais ecossistemas e serviços a ela associados.

### Vegetação de tabuleiro

Os Tabuleiros Costeiros ou Pré-Litorâneos são formações geomorfológicas constituídas por sedimentos do Grupo Barreiras, eles representam uma faixa de transição entre o domínio das terras altas e da Planície Costeira (BEZERRA; MAIA, 2012). Essas estruturas possuem forma de relevo tabular e se distribuem ao longo da linha de costa, posicionando-se à retaguarda da frente marinha.

A cobertura vegetal dos Tabuleiros é representada majoritariamente pela Mata de Tabuleiro, um tipo de formação florestal semidecídua que reúne uma combinação de indivíduos dos complexos florísticos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. No presente estudo, a Vegetação de Tabuleiro demonstrou ser a segunda classe mais representativa do levantamento realizado, abrangendo 576,91 hectares em 2022, o que equivaleria a 21% da área total da APA do Estuário do Rio Ceará.

Segundo Souza *et al.* (2007), devido a expansão urbana, toda a Vegetação dos Tabuleiros se encontra descaracterizada, aspecto que inclusive pode ser notificado na APA, uma vez que os Tabuleiros Costeiros presentes na UC têm sido alvo da construção de grandes empreendimentos imobiliários.

Neste sentido, ainda que os Tabuleiros Costeiros sejam áreas apropriadas à expansão imobiliária e múltiplas formas de uso humano, devido a sua baixa vulnerabilidade ambiental, é necessário garantir que as atividades realizadas nestes espaços estejam em conformidade com às condições de infraestrutura urbana e equilíbrio ambiental. Algo que é especialmente importante quando essas atividades são desenvolvidas próximas às Planícies Fluviais e Marinhas, considerando a fragilidade desses ambientes.

### Área edificada/em edificação (área urbana + solo exposto)

A classe identificada como Área Edificada/em Edificação reúne os espaços referentes às tipologias “Área Urbana” e “Solo Exposto” da chave de classificação. Optou-se por unificar estas duas tipologias pois, na presente pesquisa, ambas são entendidas como fenômenos similares.

A área edificada é atinente aos espaços urbanos já consolidados, onde se encontram os diferentes gêneros de edificações presentes nestes espaços, sejam elas públicas, privadas, comerciais, habitacionais ou industriais, incluindo também o arrumamento urbano e seus equipamentos.

A expansão deste meio tem como uma de suas principais características a conversão de áreas rurais em urbanas, o que demanda a remoção da vegetação natural e ocasiona uma consequente exposição do solo. Por esta razão, o solo exposto geralmente tem sua ocorrência associada a áreas em processo de expansão urbana ou em processo de edificação, assim como foi notificado na APA. Portanto, devido a esses fatores, optou-se pela união das classes.

Segundo o presente estudo, as Áreas edificadas/em Edificação ocupam um espaço de aproximadamente 498,54 hectares, o que equivaleria a cerca de 18,3% da área total da APA do Estuário do Rio Ceará. As maiores aglomerações urbanas estão situadas em sua porção norte, onde se localizam os bairros Iparana e Parque Leblon, do município de Caucaia, que possuem grande parte de seus territórios sobrepostos pela área demarcada para a UC.

## Corpos hídricos

A classe descrita por “Corpos Hídricos” compreende os elementos relacionados à hidrografia da APA do Estuário do Rio Ceará, onde de forma mais específica se encontram o Rio Ceará, sua foz e seus tributários, dentre os quais se inclui o Rio Maranguapinho.

Os corpos hídricos foram reconhecidos em uma área de 246,96 hectares da APA, o que equivale a aproximadamente a 9% da sua totalidade. Embora o Rio Ceará ofereça uma série de oportunidades para múltiplos usos, que vão desde a pesca até atividades turísticas, é importante ressaltar que uma série de efeitos adversos resultantes das atividades humanas desenvolvidas na APA e seu entorno, tem contribuído significativamente para a degradação da qualidade ambiental deste recurso. Em geral, os principais desafios ambientais relacionados ao Rio Ceará dizem respeito ao descarte de efluentes ao longo de sua bacia hidrográfica (NETO, 2013).

Problemáticas que também afetam outros corpos hídricos que compõem o sistema fluvial da APA, incluindo o Rio Maranguapinho, que transporta para dentro do Rio Ceará uma quantidade expressiva de resíduos sólidos e águas contaminadas por esgotos e dejetos humanos (LIMA *et al.*, 2019).

As consequências dessas ações acarretam o desequilíbrio ecológico de todo o ecossistema de manguezal, interferindo no ciclo reprodutivo e alimentar das comunidades bióticas que interagem com o complexo estuarino. Por sua vez, esse desequilíbrio resulta na diminuição da biodiversidade e, conseqüentemente, afeta as atividades econômicas e a preservação do modo de vida das comunidades tradicionais associadas a esses espaços.

## Planície fluvial com mata ciliar

As Planícies Fluviais são entendidas como áreas planas formadas por sedimentos aluviais de natureza arenosa, siltoosa e arenoargilosa que acompanham as calhas de rios, assumindo dimensão diferenciada em função da descarga hídrica dos rios que as atravessam. Na Região Metropolitana de Fortaleza, dentre as Planícies Fluviais de maior destaque estão as dos rios Ceará, Maranguapinho, Cocó e Pacoti.

Aparecem associados às Planícies Fluviais os Neossolos Flúvicos, solos férteis e profundos que em estado natural são recobertos pelas Matas Ciliares. Segundo Moro *et al.* (2015), as Matas Ciliares são complexos florestais que margeiam o leito dos rios do semiárido e possuem porte mais expressivo que as demais vegetações circundantes, nestes complexos ocorre a presença massiva da Carnaúba (*Copernicia Cerifera*).

Na APA do Estuário do Rio Ceará, vastos bosques de Carnaúba se distribuem em áreas propensas à inundação periódica, formando zonas de transição entre o Manguezal e a Mata Ciliar, ou entre o Manguezal e a Mata de Tabuleiro (CEARÁ, 2022). No geral, atualmente as Matas Ciliares se encontram profundamente degradadas pelas atividades antrópicas, principalmente em decorrência da expansão urbana.

No levantamento de uso e cobertura da terra da presente Unidade de Conservação, as Planícies Fluviais foram notificadas de forma mais significativa em duas porções da APA. Uma delas está situada à montante da foz do Rio Ceará, que compreende a sua Planície Fluvial, e a outra nas proximidades da avenida Mister Hull, no limite entre os municípios de Caucaia e Fortaleza. Ao passo que esta última corresponde a uma zona de inundação sazonal, onde o rio Maranguapinho e outros canais de menor porte intersectam a APA do Estuário do Rio Ceará.

Deste modo, com base na delimitação efetuada, as Planícies Fluviais com Mata Ciliar, ainda que fortemente degradadas pelas intervenções humanas, abrangem uma área de 232,11 hectares de extensão na APA do Estuário do Rio Ceará, o que corresponderia a 8,5% da área total da UC.



É imprescindível ressaltar também, que as Planícies Fluviais são altamente instáveis, em função de serem ambientes onde ocorre uma predisposição à morfogênese sobre a pedogênese, fato que confere a estes espaços uma forte vulnerabilidade à ocupação humana (MEDEIROS; SOUZA, 2015). Diante disso, tais Planícies são áreas sujeitas a riscos ambientais, uma vez que a ocupação humana desordenada destes sistemas acarreta numa degradação de suas Matas Ciliares, o que contribui para o processo de assoreamento dos rios. Dessa forma, as populações que habitam próximas a estes locais estão seriamente expostas ao perigo das enchentes e às doenças associadas a esses eventos.

### Coberturas arenosas

A classe referente às Coberturas Arenosas, reúne as porções de Faixa de Praia e Campos de Dunas da Planície Litorânea da APA em avaliação. Segundo Brandão *et al.* (1998), as praias formam um depósito sedimentar contínuo que se estende ao longo de toda a costa, desde a zona de estirâncio até a base das dunas móveis.

Assim como a Faixa de Praia, os Campos de Dunas são constituídos por areias quartzosas holocênicas, de cor esbranquiçada e granulação variando de fina à média. Ao contrário das dunas fixas, as dunas móveis são formações mais recentes e suscetíveis a ação dos ventos, uma vez que não possuem formação pedogenética, o que impede a fixação e desenvolvimento da vegetação, que desempenha um papel importante suavizando a dinâmica eólica.

A presença destas feições na APA está associada à praia de Iparana, justaposta à foz do Rio Ceará. Nos espaços compreendidos pela UC, os Campos de Dunas, juntamente com a Faixa de Praia, compreendem uma área de pouco mais de oito hectares. Ainda que estes elementos possuam uma participação pouco expressiva na totalidade da APA, abrangendo menos de 1% de seu território, estes locais também se encontram afetados pelas pressões antrópicas.

Conforme Menezes (2017), os Campos de Dunas presentes nos bairros de Iparana, em Caucaia, e Barra do Ceará, em Fortaleza, são alvos de intensa concentração ocupacional, onde ocorrem problemas relativos à retirada de areia da duna pelas populações locais. Além disso, esses espaços também têm sido utilizados para a construção de moradias e estabelecimentos comerciais, como no caso das barracas de praia.

Medeiros e Souza (2015) alertam para a alta vulnerabilidade associada a estes sistemas ambientais, devido à manifestação de uma série de fenômenos erosivos nesses espaços, ocasionados pela interação entre as forças fluvial, marinha e eólica, tornando-os suscetíveis à ocorrência de processos morfogenéticos.

Portanto, a interação entre os fatores que conferem uma intensa vulnerabilidade ambiental às coberturas arenosas da APA e as atividades humanas nelas desenvolvidas conduzem à degradação e deterioração progressiva desses espaços. O que implica numa diminuição de suas potencialidades de uso e ocasiona severas consequências ao meio ambiente.

Diante destas circunstâncias, Souza *et al.* (2007) enfatizam que estas áreas devem ser destinadas essencialmente à manutenção de suas integridades e funcionalidades sistêmicas. Além disso, as mesmas possuem um elevado potencial paisagístico, o que pode ser desfrutado por meio de atividades turísticas e de lazer, contanto que estas práticas estejam em compatibilidade com os ideais de conservação e sustentabilidade ambiental, o que, ao que parece, não tem sido efetivamente implementado.

### CONCLUSÕES

Diante do que foi exposto, é perceptível que a APA do Estuário do Rio Ceará é um elo muito frágil, com ecologia de alta vulnerabilidade ambiental, que conecta as cidades de

Fortaleza e Caucaia, dois centros urbanos em constante expansão. Nesse contexto, a presença humana está intimamente ligada aos processos de transformação espacial e às dinâmicas ambientais da UC, o que representa um desafio à sua conservação. Sendo este um dos principais motivos que fomentaram a sua criação, uma vez que, as interferências do homem na natureza quase sempre resultam na alteração de suas características naturais. O que, por outro lado, também serviu como justificativa para a realização da presente pesquisa.

No todo, a APA do Estuário do Rio Ceará enfrenta problemáticas ambientais de origem histórica, ocasionadas principalmente pela exploração econômica de seus recursos naturais e pela ocupação humana indevida em seus espaços, especialmente aqueles mais vulneráveis. Como síntese desses processos, os principais desafios ambientais da UC estão relacionados à degradação ambiental em suas várias formas, desde o desmatamento de sua cobertura vegetal até a poluição hídrica. Além disso, a pressão exercida pela expansão urbana e habitação nos sistemas ambientais da APA agrava a situação, comprometendo a sustentabilidade e continuidade dos recursos naturais e potencial biótico dessa Unidade de Conservação.

Por fim, é sabido dizer que, os objetivos estabelecidos na criação da APA, ainda no ano de 2000, aparentemente não tem sido alcançados. O que nos leva a questionar o real papel da Unidade de Conservação e quais seriam os motivos que explicam a persistente degradação ambiental da APA: seria pela ineficiência dos órgãos e entidades responsáveis por sua gestão ou pela força humana implacável? Diante destes questionamentos, os desafios ambientais que tocam a APA do Estuário do Rio Ceará assumem uma perspectiva ainda mais ampla.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sinceros agradecimentos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte oferecido.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, J. L. C.; MAIA, L. P. Caracterização sedimentológica dos tabuleiros pré-litorâneos do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**. Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 47-55, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8411>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRANDÃO, Ricardo de Lima *et al.* **Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza-Projeto SINFOR. Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. CPRM, 1998.

BRITO, Érika Gomes; SILVA, Marcus Vinicius Chagas da; CRISPIM, Andrea Bezerra. **CLIMATOLOGIA**. Fortaleza: Eduece, 2015. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/552631/2/Livro%20%20Climatologia.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024

CEARÁ (Estado). Decreto nº 25.413, de 29 de março de 1999. Dispõe Sobre A Criação Da Área De Proteção Ambiental Do Estuário Do Rio Ceará, Localizada Na Divisa Dos Municípios

De Fortaleza E Caucaia E Adota Outras Providências...**Diário Oficial do Estado**. Fortaleza, CE, 31 mar. 1999. n. 285, p. 1-3. Disponível em: <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/19990331/do19990331p01.pdf#page=1>. Acesso em: 06 nov. 2023.

CEARÁ. Leonardo Almeida Borralho. Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (org.). **Plano de Manejo**: contextualização da UC APA do Estuário do Rio Ceará. Fortaleza: [s.n], 2022. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/11/Encarte\\_3\\_PM\\_APA\\_Estuario\\_Rio\\_Ceara\\_RF.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/11/Encarte_3_PM_APA_Estuario_Rio_Ceara_RF.pdf). Acesso em: 3 nov. 2023.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

IBGE. **Manual Técnico De Uso Da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. Análise Do Uso, Ocupação E Cobertura Da Terra Na Bacia Hidrográfica Do Rio Formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, p. 90-106, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/download/45664/24437>. Acesso em: 10 out. 2023.

LIMA, Emerson Rodrigues *et al.* Educação Ambiental Como Subsídio À (RE) Avaliação Das Formas De Uso Na APA Do Estuário Do Rio Ceará Em Fortaleza. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 962-975, 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/583>. Acesso em: 10 set. 2023.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. Mapeamento Dos Sistemas Ambientais Do Município De Caucaia (CE) utilizando sistema de informação geográfica: subsídios para o planejamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 01, p. 025-040, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/233209/27072>. Acesso em 13 set. 2023.

MENEZES, Karinne Wendy Santos de. **Sistemas Ambientais E Vulnerabilidade Da Área De Proteção Ambiental Do Estuário Do Rio Ceará: SUBSÍDIOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL**. 2017. 152 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2017) - Universidade Estadual do Ceará, , 2017. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83405>. Acesso em: 14 de outubro de 2023.

MORO, Marcelo Freire *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, p. 717-743, 2015.

NETO, Armando Soares dos Reis. **Análise espaço-temporal da vegetação do manguezal no rio Ceará**, Ceará, Brasil. 2013. 103 f. : Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza-CE, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16314>. Acesso em 10 set. 2023.



PEQUENO, Renato. Estrutura Intraurbana Socioocupacional E Condição Desigual De Moradia Na Região Metropolitana De Fortaleza. In: DANTAS, Eustógio; COSTA, Maria Clélia Lustosa (org.). **Vulnerabilidade Socioambiental Na Região Metropolitana De Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 298.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. Introdução ao geoprocessamento. **UFU: Apostila. Uberlândia**, 2013. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7676925/mod\\_resource/content/1/Apostila\\_Geop\\_rrosa.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7676925/mod_resource/content/1/Apostila_Geop_rrosa.pdf). Acesso em: 10 abr, 2023.

SOUZA, MJN de *et al.* **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo–PDPFor**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, p. 172, 2007. Disponível em: <https://acervo.fortaleza.ce.gov.br/download-file/documentById?id=3ac7512e-1f33-4bb9-a724-00bfc6d41fb3>. Acesso em: 25 jun. 2023.

THIERS, Paulo Roberto Lopes; MEIRELES, Antônio Jeovah Andrade; SANTOS, Jader de Oliveira. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**. 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19468/3/2016\\_liv\\_prlthiersmanguezaisnacosta.....pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19468/3/2016_liv_prlthiersmanguezaisnacosta.....pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

ZANELLA, Maria Elisa *et al.* Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: COSTA, Maria Clélia Lustosa; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (org.). **Vulnerabilidade Socioambiental Na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.