

Mudanças temporais de uso e cobertura da terra na foz do Rio Cocó, Fortaleza-Ceará

Temporal changes in land use and cover at the mouth of Cocó River, Fortaleza-Ceará

Cambios temporales en el uso y cobertura de terreno en la desembocadura del Río Cocó, Fortaleza-Ceará

Fernanda Rocha Sales¹
Rogério César Pereira de Araújo²

Resumo

SALES, F. R.; ARAÚJO, R. C. P. de. Mudanças temporais de uso e cobertura da terra na foz do Rio Cocó, Fortaleza-Ceará. *Rev. C&Trópico*, v. 47, n. 2, p. 245-262, 2023. DOI: [https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2\(2023\)art12](https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2(2023)art12)

O crescimento da área urbana para o setor leste de Fortaleza, motivado principalmente pelo turismo, trouxe impactos aos ecossistemas e comunidades que habitam o entorno da Foz do Rio Cocó. Este artigo objetiva analisar o processo de uso da cobertura da terra na região nos anos de 1985, 2002 e 2021. Como objetivos específicos, se busca quantificar as unidades de uso e ocupação da terra e gerar mapas com a evolução temporal para a área de estudo entre os períodos de 1985-2002, 2002-2021 e 1985-2021. Por meio do projeto Mapbiomas, foram gerados mapas e realizadas estatísticas da evolução urbana em ambiente SIG. Entre as 9 unidades de uso e cobertura da terra analisadas, a Área Urbana foi a que mais cresceu: entre 1985 e 2021, um total de 733,96% (1,25 km²), avançando sobre as unidades naturais de uso e cobertura do solo, como Mangue, Restinga, Apicum, Praia, Duna ou Areal. Os resultados apontam a necessidade do poder público planejar adequadamente a expansão urbana da região, de modo a conservar os ecossistemas e os modos de vida das comunidades locais.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos. Comunidades Tradicionais. Mudanças Temporais de Uso e Cobertura da Terra. Urbanização.

Abstract

SALES, F. R.; ARAÚJO, R. C. P. de. Temporal changes in land use and cover at the mouth of Cocó River, Fortaleza-Ceará. *Rev. C&Trópico*, v. 47, n. 2, p. 245-262, 2023. DOI: [https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2\(2023\)art12](https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2(2023)art12)

The growth of the urban area towards the east sector of Fortaleza, motivated mainly by tourism, brought impacts to the ecosystems and communities that inhabit the surroundings of the mouth of Cocó River. This article objectively analyzes the land cover use process in the region in the years 1985, 2002 and 2021. As specific objectives, it seeks to quantify the land use and occupation units and generate maps with the temporal evolution for the area of study between the periods of 1985-2002, 2002-2021 and 1985-2021. Through the Mapbiomas project, maps and statistics of urban evolution were generated in a GIS environment. Among the 9 remaining land use and cover units, the Urban Area was the one that grew the most: between 1985 and 2021, a total of 733.96% (1.25 km² advancing), making over the natural use and cover units from the ground, such as Mangrove, Restinga, Apicum, Beach, Dune or Sand. The results point to the need for the public power to protect the urban expansion of the region, in order to conserve the ecosystems and the ways of life of the local communities.

Keywords: Ecosystem Services. Traditional Communities. Temporal Changes in Land Use and Cover. Urbanization.

Resumen

SALES, F. R.; ARAÚJO, R. C. P. de. Cambios temporales en el uso y cobertura de terreno en la desembocadura del Río Cocó, Fortaleza-Ceará. *Rev. C&Trópico*, v.47, n. 2, p. 245-262, 2023. DOI: [https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2\(2023\)art12](https://doi.org/10.33148/CETROPv47n2(2023)art12)

El crecimiento del área urbana en el sector este de Fortaleza, impulsado principalmente por el turismo, trajo impactos a los ecosistemas y comunidades que habitan los alrededores de Foz do Rio Cocó. Este artículo tiene como objetivo analizar el proceso de uso de la cobertura del suelo en la región en los

¹ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) na Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: fernandarsales@alu.ufc.br. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-7079-5423>

² Professor Pós-Doutor pela Universidade Federal do Ceará (UFC) em cursos do Centro de Ciências Agrárias, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER). E-mail: rcpa@ufc.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5716-3236>

años 1985, 2002 y 2021. Como objetivos específicos se busca cuantificar las unidades de uso y ocupación del suelo y generar mapas con la evolución temporal para el área de estudio. entre los periodos 1985-2002, 2002-2021 y 1985-2021. A través del proyecto Mapbiomas se generaron mapas y se realizaron estadísticas sobre la evolución urbana en un entorno SIG. Entre las 9 unidades de uso y cobertura de suelo analizadas, el Área Urbana fue la que más creció: entre 1985 y 2021, un total de 733,96% (1,25 km²), avanzando sobre las unidades de uso y cobertura de suelo natural, como Manglar, Restinga, Apicum, Playa, Duna o Areal. Los resultados apuntan a la necesidad de que las autoridades públicas planifiquen adecuadamente la expansión urbana en la región, con el fin de conservar los ecosistemas y las formas de vida de las comunidades locales.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos. Comunidades Tradicionales. Cambios Temporales en el Uso y Cobertura del Suelo. Urbanización.

Data de submissão: 15/08/2023

Data de aceite: 07/11/2023

1. Introdução

Em Fortaleza, embora a maior parte do solo se encontre edificado e antropizado, são principalmente nas planícies fluviomarinhas onde se localizam a maior parte dos remanescentes naturais da cidade (CEARÁ, 2016). O Rio Cocó é um dos mais importantes corpos hídricos da cidade, possuindo na região da foz ecossistemas como manguezal, restinga e apicum, além de um conjunto de dunas fixas e móveis e uma extensa faixa de praia. A urbanização, porém, vem trazendo consequências negativas, como a supressão de mata ciliar, assoreamento do leito do Rio, aterramentos para construção de edificações diversas, impermeabilização do solo e o comprometimento da qualidade da água devido ao lançamento de afluentes (FREIRES *et al.*, 2013).

As mudanças antrópicas no uso e cobertura do solo são as principais responsáveis por alterar o fluxo de bens e serviços dos ecossistemas às pessoas (BRASIL, 2018). Em Fortaleza, tal como em outras capitais brasileiras, o avanço da urbanização e a crescente demanda por moradia têm resultado em ocupações precárias sobre áreas de manguezais (ICMBIO, 2018). Impactos de atividades humanas estão causando progressivas perdas na biodiversidade, sendo as populações mais pobres as mais propensas a sofrerem os efeitos das mudanças ambientais por encontrarem-se em dependência mais direta de recursos para a subsistência e por possuírem menor capacidade de resposta a eventos adversos (MONTEIRO, 2018). Assim, para comunidades que habitam ao longo do Rio Cocó e necessitam de recursos naturais para sua subsistência, alterações ocasionadas pela expansão urbana podem ameaçar seus modos de vida.

O Parque Estadual do Rio Cocó (PEC) é uma Unidade de Conservação (UC) regulada pelo Decreto Estadual Nº 32.248 de 4 de junho de 2017, possuindo como função essencial a proteção do Rio Cocó. Estudos concluem que comunidades locais inseridas na poligonal PEC estão sendo desfavorecidas em detrimento do setor imobiliário (SOUSA, 2016). São enxergadas potencialidades turísticas na porção do estuário mais próxima ao litoral, evidenciadas com a progressiva implantação de equipamentos e infraestrutura urbana. A

Sabiaguaba, bairro conhecido na cidade por abrigar a região da foz do Cocó, sofre influência de cidades vizinhas como Aquiraz e Euzébio, as quais expandiram-se por meio do vetor turístico leste e sudeste de metropolização (DANTAS, 2009). O crescimento da malha urbana ao longo do rio está ligado ao circuito imobiliário formal, com a construção de prédios residenciais e comerciais, conjuntos habitacionais e avenidas, e também ao circuito informal, com ocupações ao longo das bordas do rio e sobre a área de dunas e restingas (FREIRES *et al.*, 2013).

Como forma de avaliar as alterações sobre os ecossistemas no entorno da foz do rio Cocó devido ao avanço da área urbana, alertando dessa forma sobre os impactos gerados no estuário ao longo dos anos, este artigo tem por objetivo analisar o processo de uso da cobertura da terra na região nos anos de 1985, 2002 e 2021, utilizando como base o projeto Mapbiomas. O projeto gera mapas anuais de UCT desde 1985 a partir de imagens dos satélites Landsat com resolução espacial de 30 m (SOUZA *et al.*, 2020). Como objetivos específicos, se busca quantificar as unidades de uso e ocupação da terra e gerar mapas com a evolução temporal para a área de estudo entre os períodos de 1985/2002, 2002/2021 e 1985/2021.

2. Pressupostos teóricos

2.1. Processos de urbanização no estuário do Rio Cocó

Santos (2015) afirma que o principal processo de habitação em Fortaleza é favelização, seguindo as áreas desprezadas como as margens de rios e lagoas, os eixos ferroviários e a faixa litorânea. Comunidades locais e tradicionais que habitam as margens do Rio Cocó não viram a lógica urbana melhorar serviços fundamentais como saneamento, saúde, educação. Decisões do poder público foram determinantes para mudanças do uso do solo no estuário, tendo sido implementadas políticas urbanas e ambientais em consequência do crescimento da cidade. Porém, diferente do processo de regularização e instituição do PEC em que se houve certo nível de debate junto à comunidade, intervenções como a ponte sobre o Rio Cocó e da Rodovia Deputado Joaquim Noronha Mota (CE 010) não tiveram o mesmo viés.

A ponte, cujas obras se estenderam de 2002 a 2010, implicou na potencialização do processo de especulação imobiliária em direção à praia da Sabiaguaba e induziu a construção de edifícios e loteamentos irregulares nas imediações da foz do rio (FECHINE, 2017). Os riscos socioambientais de sua construção são a aceleração do processo de movimentação das dunas móveis, a impermeabilização de algumas partes do solo, a poluição do rio Cocó, do mangue e dos lençóis freáticos provocada pela urbanização, deposição de bancos de areia, adensamento populacional, entre outros (SOUZA, 2009). Já a CE 010, que se liga a ponte por meio de uma rotatória, corta dunas móveis protegidas pelo Parque Natural Municipal das

Dunas da Sabiaguaba (PNMDS), outra UC na área de estudo. As obras, que duraram de 2014 a 2018, induzem o progressivo desmonte das dunas que é acelerado pelo uso da areia para a construção civil e para dar acesso do leito carroçável á passagem de veículos (SANTOS, 2006; FORTALEZA, 2010).

Além do problema das ocupações irregulares ao longo do corpo hídrico, há também empreendimentos como postos de combustível, supermercados, revendas de carros, grandes condomínios e o *Shopping Center* Iguatemi, intervindo no aparecimento de esgotos a céu aberto, no desmatamento e no aterramento do manguezal (ROCHA, 2011).

A especulação imobiliária vem transformando o cotidiano comunitário com o aumento da poluição e do turismo de massa e com a diminuição dos benefícios ecossistêmicos à população. De acordo com Borralho (2017), a maioria das comunidades inseridas ao longo do corpo hídrico está em vulnerabilidade social devido à pouca organização e definição dos interesses coletivos. Há geração de impactos em decorrência da elevada concentração de habitações sem saneamento, coleta de lixo ou iluminação pública, como a descaracterização e impermeabilização da vegetação, lançamento de resíduos sólidos, pesca predatória (BORRALHO, 2017).

2.2. Projetos e programas em análises de uso e cobertura da terra

São crescentes as pesquisas que levam em consideração mudanças espaciais e temporais de uso e cobertura da terra com a aplicação de geotecnologias, que são métodos e equipamentos computacionais de análise de dados geográficos que auxiliam na compreensão da paisagem no tempo e no espaço (FITZ, 2008; MENDES, 2019). Dentre elas, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que é um sistema de programas computacionais que integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados quantitativos espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (FITZ, 2008).

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil, denominado MapBiomas, é uma plataforma que vem sendo utilizada por pesquisadores de todo o mundo que visa mapear as transformações de uso e cobertura da terra ocorridas nos últimos trinta anos para os biomas brasileiros (MENDES & COSTA, 2022). A partir da plataforma é possível obter uma série histórica de dados desde 1985 com a finalidade de produzir mapas de maneira mais rápida, barata e atualizada, quando comparado com os métodos e práticas atuais (CAPANEMA; SANCHES & ESCADA, 2019; MAPBIOMAS, 2023). O projeto se utiliza de processamento em nuvem a partir da plataforma *Google Earth Engine* para selecionar,

processar e efetuar a classificação digital de imagens de satélite com o objetivo de elaborar mapas anuais de cobertura vegetal e uso do solo para todo o Brasil (MAPBIOMAS, 2023).

Tendo em vista que o aumento da expansão urbana, o desmatamento e expansão agrícola são exemplos de usos que influenciam territórios-comunitários, o conhecimento das modificações nestes usos tem fundamental importância para gestão de territórios.

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

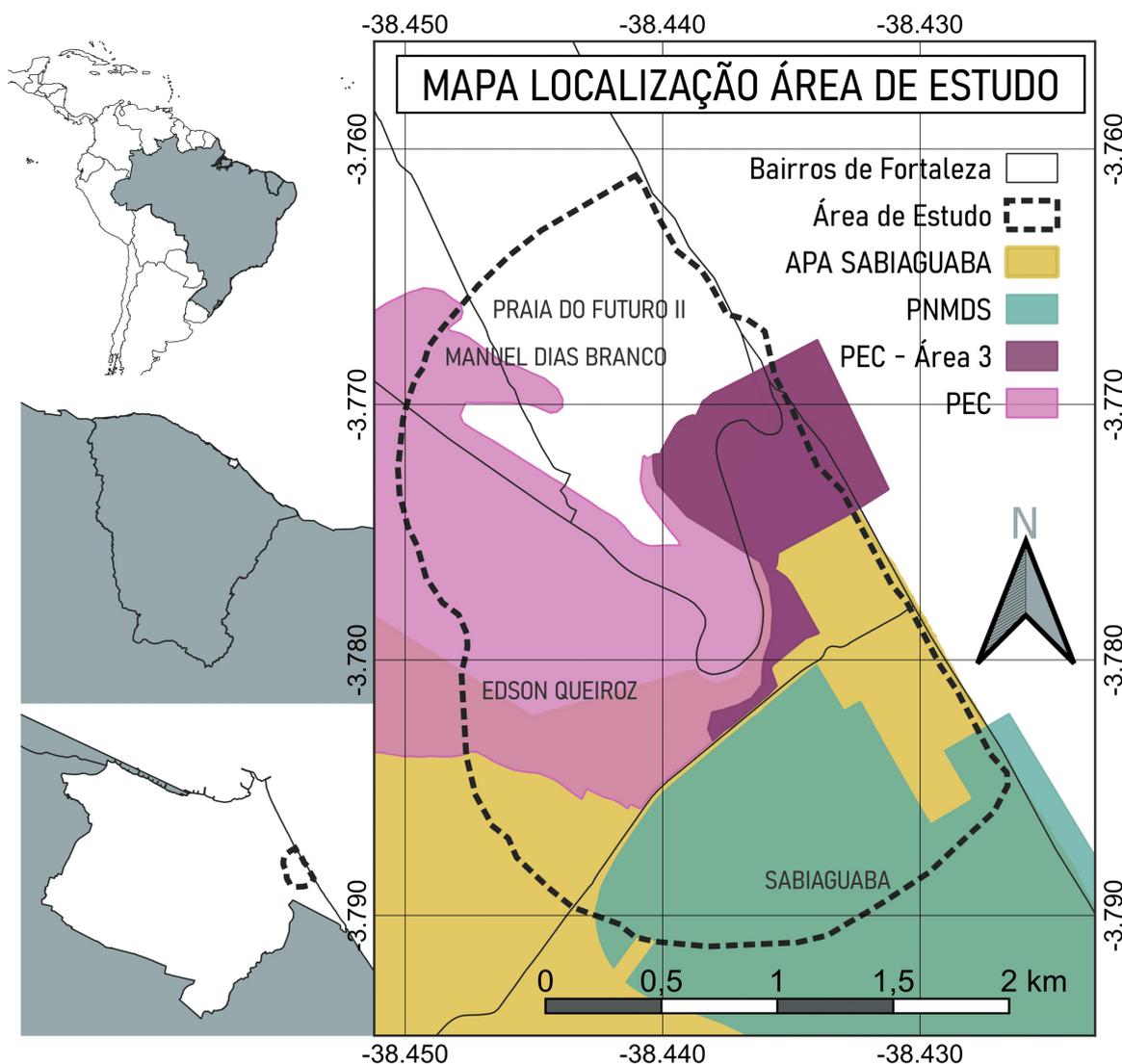
A Área de Estudo está situada na porção Nordeste da cidade de Fortaleza - CE, correspondendo à porção do estuário do Rio Cocó localizada em sua foz (Mapa 1). É uma área de aproximadamente 19.560km², definida pelas coordenadas 38.45° - 38.43° longitude W e 3.76° - 3.79° latitude S. Compreende os bairros Sabiaguaba, Edson Queiroz, Praia do Futuro II, Dunas, Cocó, Cidade 2000, Guararapes, Salinas, São João do Tauape, Aldeota.

Essa região contém a Área 3 do Parque Estadual do Rio Cocó (PEC) em seu Trecho 1, conforme o zoneamento disponível no Plano de Manejo (2020). Optou-se por estender a Área 3 em 1 km, para uma melhor compreensão sobre como as alterações no entorno atuam na foz do rio, bem como avaliar o papel do PEC na conservação dos ecossistemas.

De acordo com Cadastro Socioeconômico (FORTALEZA, 2020), do Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó (PEC), na Área 3 está localizada a comunidade tradicional Boca da Barra e outros grupos residentes que migraram em anos mais recentes e que mantém relações de parentesco com a comunidade tradicional.

Segundo Sousa, Silva e Vasconcelos (2011), as duas principais unidades geomorfológicas na área são o Tabuleiro Pré Litorâneo, que é uma zona de transição entre a zona costeira e faixas mais altas, e a Planície Litorânea, composta pela faixa de praia, o pós-praia e o campo de dunas móveis e fixas. Cabe menção à Planície Flúvio-Marinha, região propícia à formação de manguezal.

Mapa 1- Mapa de Localização da Área de Estudo.



Fonte: Prefeitura, 2022 e Fernanda Rocha Sales, 2023.

3.2. Procedimentos metodológicos

O geoprocessamento foi realizado por meio do *QGIS Desktop 3.22.5*. Os dados utilizados são da Coleção 7.1 do Projeto MapBiomias, que traz mapas e dados sobre a dinâmica de 27 classes de cobertura e uso da terra no Brasil. Os procedimentos adotados foram divididos em diferentes etapas e desenvolvidos de forma dependente e complementar: 1) Definição dos materiais e métodos; 2) Coleta e construção de uma base de dados; 3) Delimitação da Área de Estudo; 4) Definição dos intervalos temporais; 5) Reprojeção para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) de Projeção Cônica Equivalente de Albers; 6) Extração de dados Mapbiomas para SIG; 7) Reclassificação de camadas; 8) Cálculo das

métricas de análise da paisagem; 9) Mapeamento temporal dos intervalos com *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP); 10) Reclassificação.

O *shapefile* do PEC foi obtido no site da Prefeitura de Fortaleza (mapas.fortaleza.ce.gov.br/). Sua manipulação foi realizada com uso da ferramenta “Nova Camada GeoPackage”, quando foi criado um novo polígono seguindo o contorno da Área 3. A seguir, a área foi ampliada em 1 quilômetro através da ferramenta “Curva de Deslocamento”. O motivo da escolha dessa área do Parque e sua ampliação é compreender o papel do PEC na conservação dos ecossistemas e de seu entorno e, essencialmente, identificar as mudanças temporais de uso e cobertura da terra onde vive a Comunidade Sabiaguaba.

Foram analisados os dados para os anos de 1985, 2002 e 2021. O ano de 1985 corresponde ao uso da terra após 3 (três) anos da inauguração do Shopping Iguatemi, 2002 mostra a situação da área no ano em que foram construídos os pilares da ponte sobre o Rio Cocó, e 2021 é o ano mais atual disponibilizado pelo projeto.

As diferentes camadas foram importadas para o QGIS e reprojctados ao Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) de Projeção Cônica Equivalente de Albers. Conforme o IBGE (2014), esta projeção é a mais indicada para o fim do presente estudo, uma vez que a área delimitada mantém constante correspondência com a superfície da Terra. As camadas dos três anos de uso da terra foram exportadas para um EPSG em metros para assim ser possível fazer cálculo de área, sendo usado um processo em lote e reprojctadas as coordenadas.

Sequencialmente, foram feitos os downloads dos códigos da Coleção 7.1 e da paleta de cores RGB para QGIS no site do Mapbiomas. Os dados foram reclassificados por meio da opção “Reclassificar por Tabela” em nove classes de usos e cobertura do solo, de acordo com o que é proposto pelo projeto. As novas classes são: Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais, Agropecuária, Praia, Duna e Areal, Área Urbanizada, Área Não Vegetada e Corpo D’Água. Os demais ecossistemas contidos nas classes e subclasses “Floresta” e “Formação não Florestal” foram reclassificados para Outras Formações Naturais, uma vez que é de interesse dessa pesquisa mapear somente sistemas ambientais relacionados ao manguezal. De forma semelhante, somente as subclasses “Praia, Duna e Areal” e “Área Urbanizada” da classe “Área não Vegetada” foram mapeadas, sendo as demais reclassificadas como “Área sem Vegetação” (Quadro 1).

Quadro 1 – Reclassificação Mapbiomas conforme códigos da Coleção 7.1.

| Classe Mapbiomas (ID original) | IDs Agrupados | Reclassificação |
|---|---|---------------------------|
| 1.3. Mangue (ID 5) | 5 | Mangue |
| 1.4. Restinga Arborizada (ID 49) | 49-50 | Restinga |
| 2.3. Apicum (ID 32) | 32 | Apicum |
| 2. Formação Natural não Florestal (ID 13) | 1-3-4-10-11-12-13-29 | Outras Formações Naturais |
| 3. Agropecuária (ID 14) | 9-14-15-18-19-20-21-36-39-40-41-46-47-48-62 | Agropecuária |
| 4. Área não Vegetada (ID 25) | 22-25-30 | Área não Vegetada |
| 4.1. Praia, Duna e Areal (ID 23) | 23 | Praia, Duna e Areal |
| 4.2. Área Urbanizada (ID 24) | 24 | Área Urbanizada |
| 5. Corpo D'água (ID 26) | 26-31-33 | Corpo D'água |

Fonte: Fernanda Rocha Sales, 2023.

A fim de caracterizar as estruturas de paisagem, foi utilizado o *plugin* LECOS (*Landscape Ecology Statistics*). Esta ferramenta permitiu calcular métricas ou estatísticas de paisagem através das imagens *raster* anuais, gerando informações quantitativas sobre as características estruturais da paisagem e documentando suas mudanças. Os dados das camadas para cada ano foram salvos na extensão csv para serem manipulados no editor de planilhas eletrônicas Libre Office Calc. As métricas escolhidas foram *Land Cover* (área da Classe) e *Landscape Proportion* (proporção da classe).

No editor de planilhas, as duas métricas foram alteradas. Isso ocorreu para a área da classe devido aos dados do Mapbiomas serem disponibilizados em metros. Enquanto isso, para o cálculo da proporção da classe, a ideia do *plugin* era calcular a área da classe em relação a Área de Estudo, resultando em uma porcentagem. Porém, o LECOS não considera somente a soma das classes e sim a área do *raster* de uso da terra, que é de 30 metros por 30 metros, ou seja, 900 metros quadrados, por isso foi feita a correção na planilha.

Através do *Semi - Automatic Classification Plugin* (SCP) foram mapeadas as mudanças de uso da terra entre os seguintes períodos: 1985 a 2002, 2002 a 2021 e 1985 a 2021. Este é um *plugin* de código aberto gratuito para o QGIS que permite classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto, sendo utilizado nesse trabalho como ferramenta que realiza a comparação de camadas de uso da terra do mesmo local em diferentes anos.

Através do botão “pós-processamento” do SCP e da seção *Land Cover Change*, escolheu-se o ano mais atual e o mais antigo para cada período, sendo geradas uma camada

raster adicionada diretamente no QGIS e uma planilha de extensão .csv com os valores de alteração os quais foram trabalhados no Libre Office Calc.

As 9 classes foram agrupadas de acordo com o uso, sendo antrópico ou natural (Quadro 2). As classes naturais são Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal, e as classes antrópicas são Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada. Corpo D'Água foi classificado de maneira específica como “Água” pois, caso haja alteração devido a usos como barragem ou represa, seriam de uso antrópico e, portanto, não se enquadraria em nenhum dos grupos. Após o uso do *plugin*, foi verificado se as mudanças ao longo do tempo ocasionaram em perda (Desflorestamento) ou ganho de vegetação natural (Reflorestamento), se não houve alteração (Inalterado), ou se as alterações foram dentro de um mesmo grupo de uso do solo (Natural ou Antrópico).

Tabela 2 – Mudanças de classe.

| Classe do ano mais antigo | Classe do ano mais recente | Nova Classe (cor) |
|---|---|-----------------------------------|
| Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Natural (verde clara) |
| Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Antrópico (rosa) |
| Água (Corpo D'Água) | Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Antrópico (rosa) |
| Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Água (Corpo D'Água) | Água (azul) |
| Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Desflorestamento (vermelha) |
| Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Água (Corpo D'Água) | Desflorestamento (vermelha) |
| Água (Corpo D'Água) | Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Reflorestamento (verde-escuro) |
| Antrópico (Agropecuária, Área Urbanizada e Área não Vegetada) | Natural (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal) | Reflorestamento (verde-escuro) |
| Inalterado (qualquer classe para ela mesma) | Inalterado (qualquer classe para ela mesma) | Inalterado (branco) |

Fonte: Fernanda Rocha Sales, 2023.

4. Resultados e discussão

As modificações da região no entorno da foz do Rio Cocó podem ser constatadas a partir das mudanças nas áreas das classes de uso e cobertura da terra (Tabela 1 e Mapas 2,3 e 4). A Área Urbana foi a classe que apresentou a mudança mais significativa. Entre o primeiro e o último ano abrangidos nesse estudo, teve um crescimento total de 733,96% (1,25 km²).

Tabela 1 – Classes de uso e cobertura da terra de 1985, 2002 e 2021.

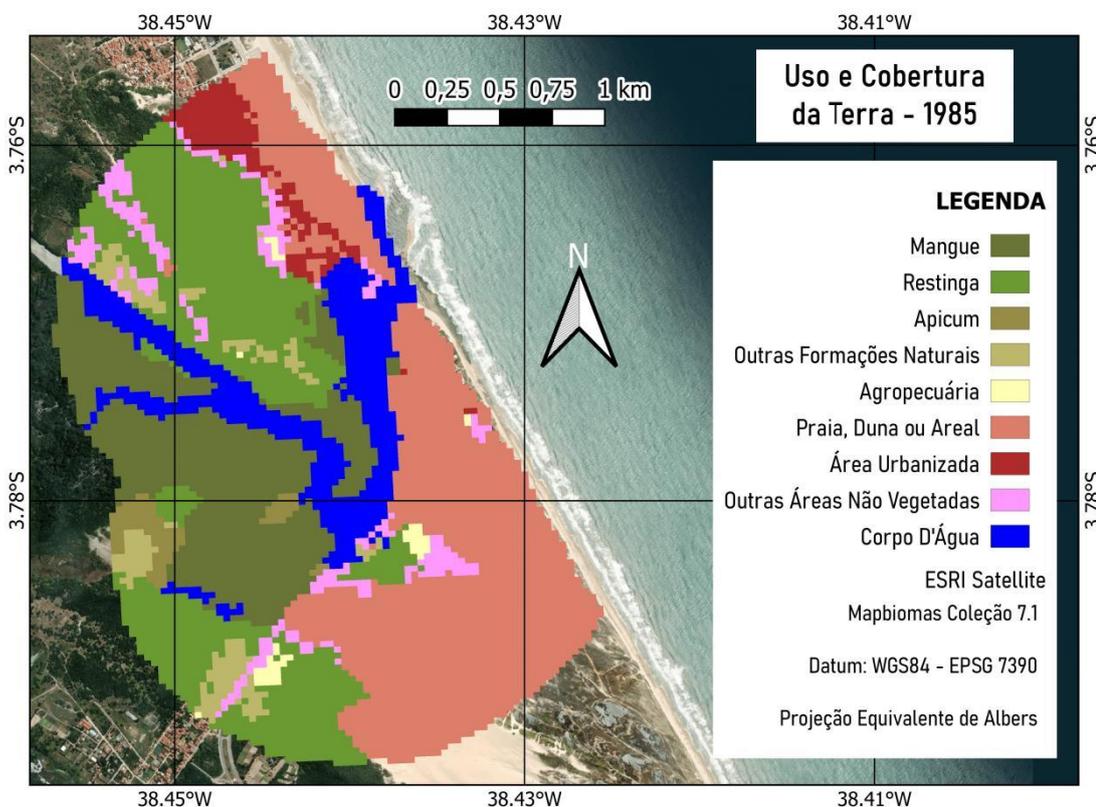
| Unidades de Uso e Cobertura da Terra | Ano | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | 1985 | | 2002 | | 2021 | |
| | km ² | % | km ² | % | km ² | % |
| Mangue | 1,00 | 18,91 | 1,05 | 19,88 | 1,14 | 21,50 |
| Restinga | 1,25 | 23,52 | 0,51 | 9,70 | 0,58 | 10,94 |
| Apicum | 0,09 | 1,75 | 0,07 | 1,32 | 0,05 | 0,98 |
| Outras Formações Naturais | 0,18 | 3,43 | 0,03 | 0,61 | 0,01 | 0,19 |
| Agropecuária | 0,04 | 0,78 | 0,05 | 1,03 | 0,09 | 1,71 |
| Praia, Duna ou Areal | 1,71 | 32,14 | 1,43 | 26,94 | 1,20 | 22,53 |
| Área Urbanizada | 0,17 | 3,21 | 1,16 | 21,82 | 1,42 | 26,77 |
| Outras Áreas Não Vegetadas | 0,25 | 4,73 | 0,44 | 8,30 | 0,41 | 7,74 |
| Corpos D'Água | 0,61 | 11,53 | 0,55 | 10,40 | 0,41 | 7,63 |
| Total área de estudo | 5,30 km² | | | | | |

Fonte: Plugin LECOS no Qgis com dados Mapbiomas.

A maior porcentagem de crescimento da Área Urbana se deu entre 1985 e 2002, de 579,75%. Entre 2002 e 2021, essa proporção diminuiu, porém continua relevante: 22,69%. Somando com a classe Outras Áreas Não Vegetadas, que correspondem a áreas não permeáveis que não foram mapeadas como infraestrutura, expansão urbana ou mineração (MAPBIOMAS, 2023), o aumento é de 1,41 km². Isso significa que atualmente o uso de mais de um terço da Área de Estudo é urbano, quando em 1985 era de somente 7,94%.

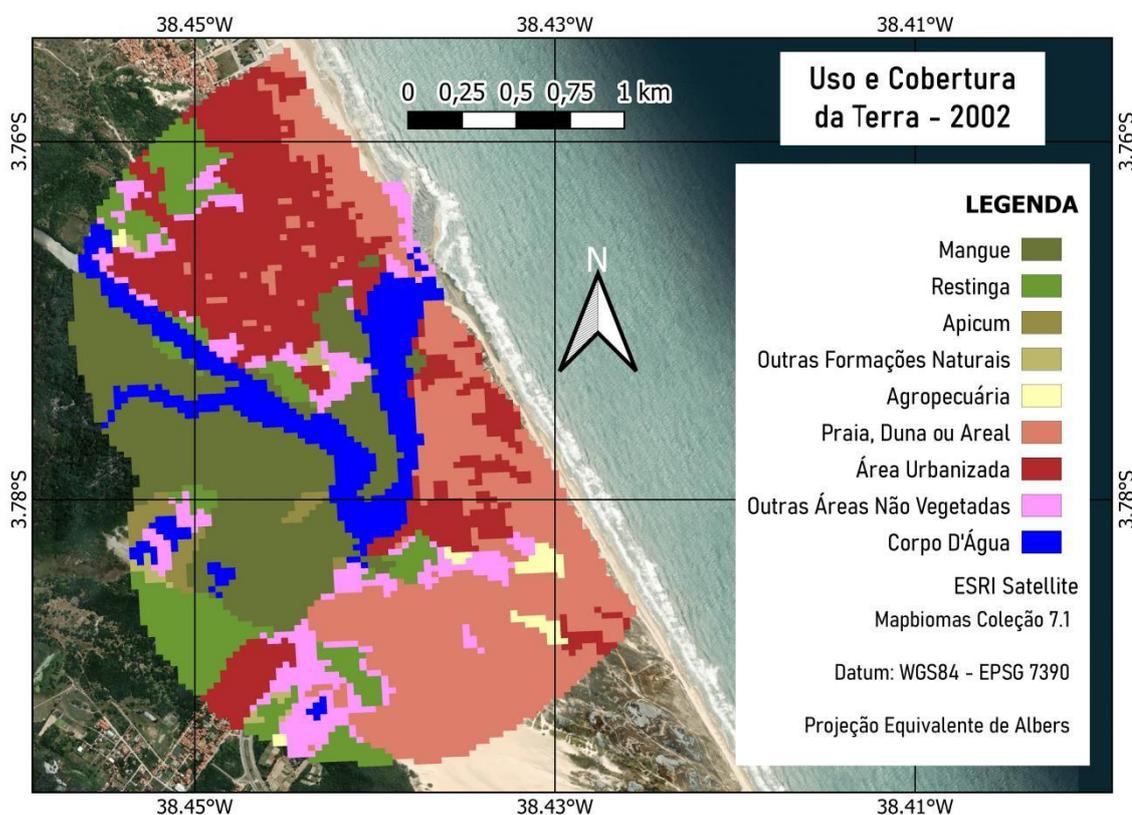
Entre 1985 e 2002, a maior mancha urbana é observada na margem esquerda do rio, evidenciando o aumento expressivo de habitações informais. Já no período de 2002 a 2021, esse fragmento urbano aumenta, e além dele crescem outros ligados à expansão das vias como áreas no entorno da rotatória e que dão acesso à CE 010. Outra unidade de uso antrópico que se expandiu foi a Agropecuária, um aumento total de 119,23% entre o primeiro e o último anos analisados. A ampliação de áreas antropizadas se deu a partir do avanço sobre as demais unidades de uso e cobertura da terra, como Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais e Praia, Duna ou Areal.

Mapa 2 – Uso e Cobertura do solo em 1985 para a Área de Estudo.



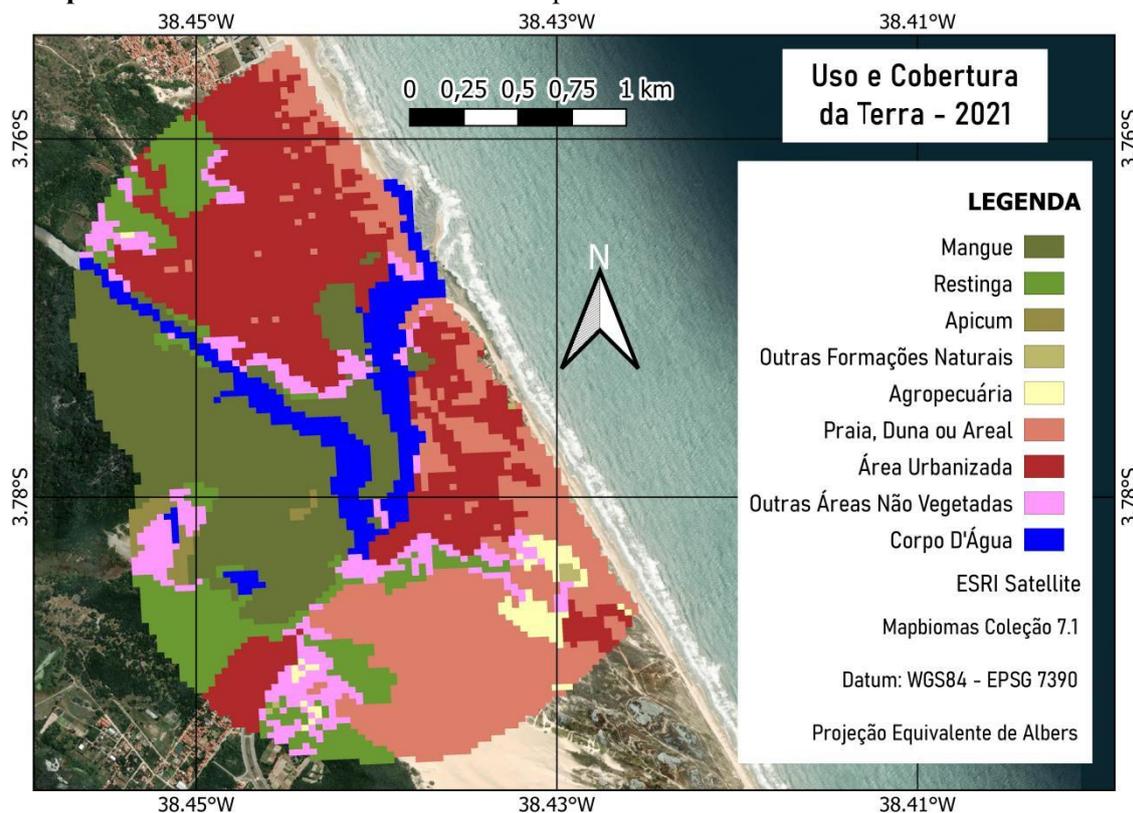
Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas

Mapa 3 – Uso e Cobertura do solo em 2002 para a Área de Estudo.



Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas.

Mapa 4 – Uso e Cobertura do solo em 2021 para a Área de Estudo.



Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas.

Esse fato é concluído a partir da diminuição percentual de classes com vegetação natural como Mangue, Restinga, Apicum e Outras Formações Naturais, sendo uma redução de 29,41% entre 1985 e 2021, com a menor taxa compreendida entre 1985 e 2002 (33,82%). A Restinga perdeu 0,67 km² de área, sendo, portanto, o sistema vegetado que mais perdeu em números absolutos.

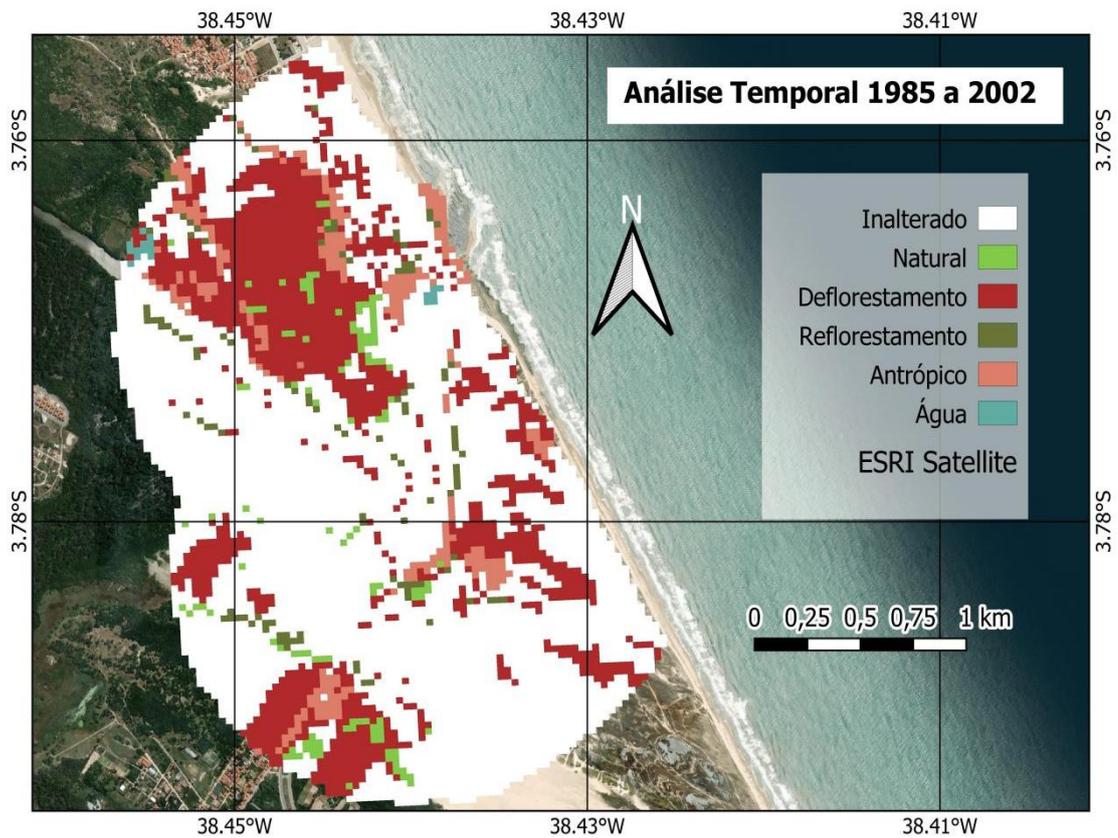
Praia, Duna ou Areal também vêm reduzindo (29% no total). Ao somarmos com as outras classes com vegetação natural de uso não antrópico, antes compreendiam 79,75% do total da Área de Estudo, e hoje equivalem a 56,14%.

A única unidade de uso e cobertura do solo com vegetação natural com alta é o Mangue, um aumento total de 13,70%. Seu crescimento está ligado à diminuição gradual de 33,82% que o Rio Cocó vem sofrendo ao longo de 36 (trinta e seis) anos (entre 1985 e 2021). A área já estava encolhendo entre 1985 e 2002 (9,80%), porém após a construção da ponte observa-se uma redução expressiva de 26,63%.

É possível identificar as mudanças de uso do solo dentro das classes antrópicas e naturais, a perda e o ganho de vegetação natural e a não alteração de uso para os períodos de 1985 a 2002, 2002 a 2021 e 1985 a 2021 (Mapas 5, 6 e 7). Percebe-se que o Desflorestamento foi maior entre os anos de 1985 a 2002, porém a perda de vegetação natural

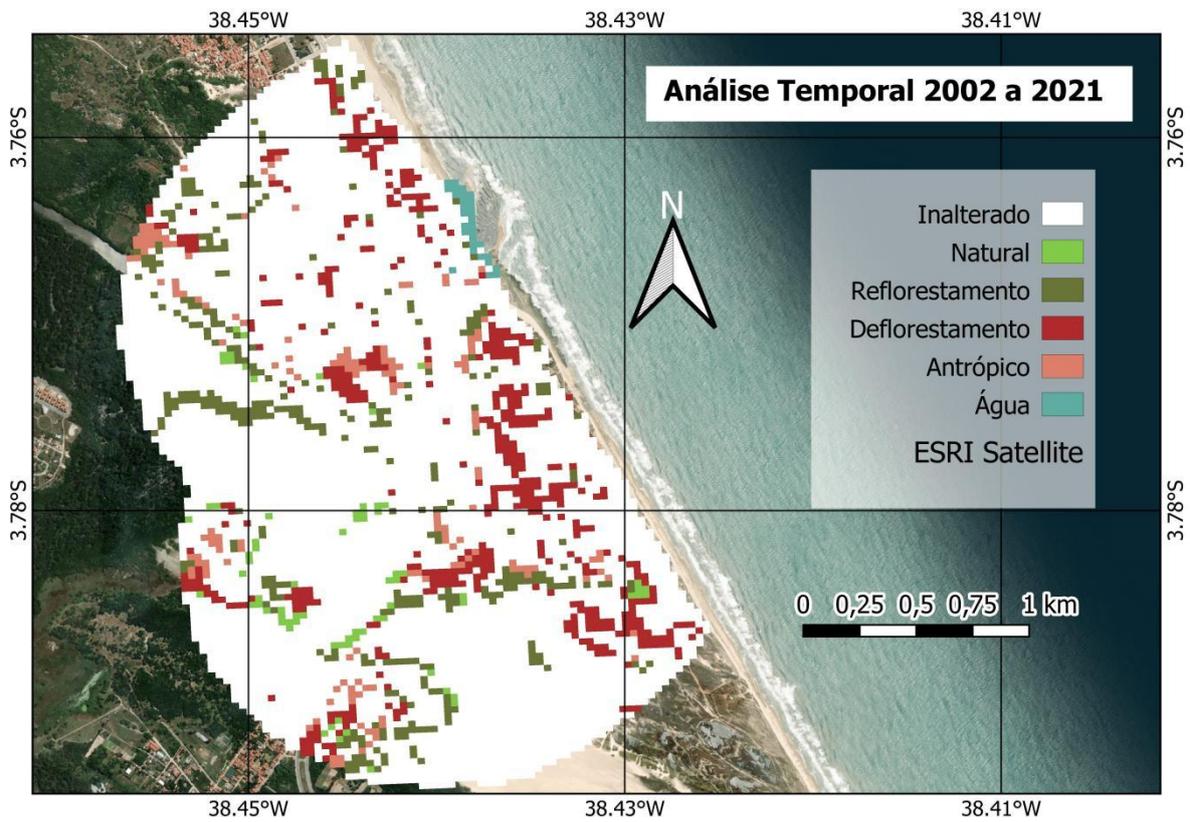
segue intensa no período sequente. Já no Reflorestamento, a expansão do uso natural sobre o antrópico aconteceu em áreas ao longo do curso do rio devido à sua diminuição de área, o que ocasionou a mudança de uso de Água para Mangue. Além do corpo hídrico, observa-se que nas dunas há uma região de Reflorestamento por trás de uma de Deflorestamento, indicando que em uma área sem vegetação há agora uma Restinga. Sobre as áreas onde o uso da água cresceu sobre manchas de uso antrópico, o destaque é para o período entre 2002 e 2021 em que se observa um alargamento do rio Cocó sobre áreas de barracas de praia no Caça e Pesca.

Mapa 5 – Mudanças Temporais entre 1985 e 2002 para a Área de Estudo.



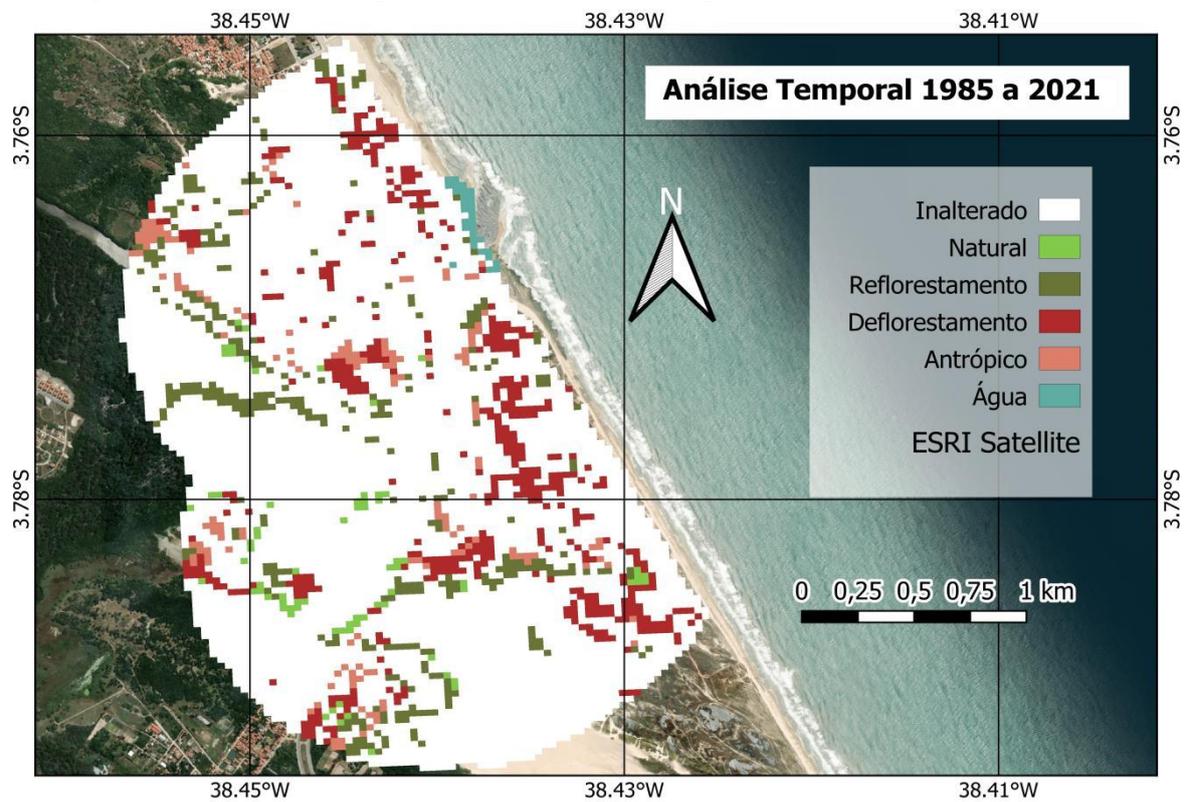
Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas.

Mapa 6 – Mudanças Temporais entre 2002 e 2021 para a Área de Estudo.



Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas.

Mapa 7 – Mudanças Temporais entre 1985 e 2021 para a Área de Estudo.



Fonte: Elaboração da autora com dados Mapbiomas.

5. Considerações Finais

Por meio da análise das mudanças temporais de uso e cobertura da terra com dados Mapbiomas para os anos 1985, 2002 e 2021 foi possível avaliar a evolução urbana no entorno da foz do Rio Cocó. Entre as 9 unidades mapeadas (Mangue, Restinga, Apicum, Outras Formações Naturais, Agropecuária, Praia, Duna e Areal, Área Urbanizada, Área Não Vegetada e Corpo D'Água), a Área Urbana foi a que mais cresceu (733,96% entre 1985 e 2021). As outras unidades ligadas a usos antrópicos (Agropecuária e Outras Áreas não Vegetadas) também apresentaram aumento, especialmente entre 1985 e 2002.

Essas áreas expandiram-se sobre as demais unidades de uso e cobertura da terra como Praia, Dunas e Areal, Apicum, Outras Formações Naturais e o próprio Rio Cocó (Corpo D'Água). Segundo dados do Mapbiomas, o corpo hídrico vem diminuindo em área ao longo dos anos observados, com o maior valor para os anos de 2002 a 2021 (26,63%), isto é, após a construção da ponte. Essa diminuição ocasionou o aumento da área de manguezal, única unidade natural que se expandiu.

Os resultados apontam a necessidade do poder público planejar adequadamente a expansão urbana da região, de modo a conservar os ecossistemas e os modos de vida das comunidades locais.

Referências

- ARCADIS LOGOS. *Plano de Manejo Consolidado do Parque Estadual do Cocó*. Fortaleza, 2020.
- BORRALHO, L. A. Avaliação da efetividade da proteção ambiental do baixo curso do rio Cocó. 2017. 240 f. *Tese* (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar - Labomar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. *Mapeamento de serviços ecossistêmicos no território: cartilha metodológica segundo a experiência de Duque de Caxias – RJ*. Brasília: MMA/TEEB, 2018.
- CAPANEMA, Vinicius do Prado; SANCHES, Ieda Del Arco; ESCADA, Maria Isabel Sobral. Comparação entre os Produtos Temáticos de Uso e Cobertura da Terra do Terraclass Amazônia e Mapbiomas: Teste de Aderência entre Classes. In: ANAIS DO XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, 2019, Santos. *Anais eletrônicos*. São José dos Campos, INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/comparacao-entre-os-produtos-tematicos-de-uso-e-cobertura-da-terra-do-terraclass?lang=pt-br> Acesso em: 20 jun. 2023.
- CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. *Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – zona costeira e unidades de conservação costeiras- Relatório final de caracterização ambiental e dos mapeamentos*. GEOAMBIENTE – Fortaleza: SEMACE, 2016. 475 p.; il.
- DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L.; ZANELLA, M. E. (Org.). *Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2017. 116 p.
- FECHINE, J. A. L. *Alterações no perfil natural da zona costeira da cidade de Fortaleza, Ceará, ao longo do Século XX*. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- FITZ, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo, SP: Oficina de Texto. 2008.
- FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF). *Plano de Manejo das Unidades de Conservação Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) e Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba*. Fortaleza, 2010, 304 p. FORTALEZA. Portaria nº 50/2012, de 20 de setembro de 2012. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/cga_-_regimento_interno_cgs.pdf. Acesso em: 28 mar. 2021.
- FREIRES, E. V.; GOMES, D. D. M.; SABADIA, J. A. B.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.. *Análise da evolução urbana no entorno do estuário do Rio Cocó – Fortaleza/Ceará nos anos de 1985, 1996 e 2007*. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 17, n. 3, set./dez. 2013.
- IBGE. Diretoria de Geociências. Coordenação de Cartografia. Gerência de Bases Contínuas. Base cartográfica contínua do Brasil, ao milionésimo – BCIM: 4ª versão: documentação técnica geral. Rio de Janeiro, 2014. v. II. Disponível em: http://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2014/informacoes_tecnicas/bcim_v4_doc_tecnica_vol_ii_anexos.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.
- ICMBio. *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, 2018. 176 p.
- MAPBIOMAS. *Plataforma de uso e cobertura do solo*. Coleção 7.1 – Brasil. Site. EcoStage. 2023. Disponível em: Acesso em: 12 de jan. 2023.
- MENDES, I. A. S. O *Uso de Geotecnologias na Organização do Espaço*. Cadernos do Leste, v. 19, n. 19, 2019. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Disponível em: Acesso em: 11 out. 2018.
- MENDES, I.D., & COSTA, A.M. (2022). Mudança Temporal no Uso e Cobertura da Terra na Bacia do Alto Rio das Velhas. *RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise*.

- MONTEIRO, Mônica dos Santos. *Serviços Ecossistêmicos e Planejamento Urbano: A Natureza a Favor do Desenvolvimento Sustentável das Cidades*. Curitiba: Editora Appris, 2018.
- ROCHA, Davi Aragão. *Ecossistema Manguezal e Licenciamento Ambiental Da Ponte Sobre O Rio Cocó No Bairro Sabiaguaba, Fortaleza/Ceará*. 2011.
- SANTOS, Elizete de Oliveira. *Produção do espaço, habitação e circuito imobiliário em Fortaleza-CE: temporalidades e espacialidades no eixo sudeste de valorização da metrópole*. 2015. 373 f. Tese (Doutorado em geografia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2015.
- SOUSA, Érica N. C. *O processo de implantação do Parque Estadual do Cocó, Fortaleza (CE): conflitos e perspectivas*. Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.], v. 2, p. 781–790, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10526. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10526>. Acesso em: 4 mar. 2023.
- SOUZA, Carlos M. et al. *Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine*. Remote Sensing, [S. l.], v. 12, n. 17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/RS12172735>
- SOUZA, L. S. F. ; SILVA, E. V. Análise geoambiental das unidades de conservação de Sabiaguaba (Fortaleza-CE). 2009. 132 f. *Dissertação* (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.