

A ANÁLISE TEMPORAL DA QUALIDADE VISUAL DA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DO CABO ORANGE/AP: AS CONTRIBUIÇÕES DO SENSORIAMENTO REMOTO

THE TEMPORAL ANALYSIS OF THE VISUAL QUALITY OF THE
CAPE ORANGE/AP NATIONAL PARK LANDSCAPE:
THE CONTRIBUTIONS OF REMOTE SENSING

EL ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE
DEL PARQUE NACIONAL CAPO ORANGE/AP:
LAS CONTRIBUCIONES DE LA DETECCIÓN REMOTA

Cleuton Pinto Miranda¹

 0000-0003-0696-2406
cltntmtrnd@gmail.com

Alexandre Luiz Rauber²

 0000-0002-4909-6491
rauber@unifap.br

Ano XXVII - Vol. XXVII - (3): Janeiro/Dezembro - 2023

www.agbauru.org.br

Geográfica

ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461

1 Graduado em Geografia – COGEO/BINACIONAL/UNIFAP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0696-2406>. E-mail: cltntmtrnd@gmail.com.

2 Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás IESA/UFG. Atualmente é Professor Adjunto do Colegiado de Geografia do Campus Binacional da Universidade Federal do Amapá/UNIFAP e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo/UNIFAP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4909-6491>. E-mail: rauber@unifap.br.

Artigo recebido em abril de 2023 e aceito para publicação em julho de 2023.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: Este artigo tem por objetivo realizar análise da qualidade visual da paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange através da evolução multitemporal e da classificação do uso e cobertura do solo com intervalos de 5 anos entre os anos de 1985 a 2020. A análise foi elaborada através de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, utilizando dados já processados de imagens de satélites LandsAT 5, 7 e 8 com resolução espacial de 30m, adquiridos no banco de dados do MapBiomas Coleção 7.0, disponível para acesso no site do MapBiomas, a partir da classificação realizadas no *software* livre QGIS 3.30. A partir da seleção de imagens, classificação e análises do uso e cobertura do solo do Parque Nacional do Cabo Orange, foi possível realizar uma avaliação com método indireto da qualidade visual da paisagem do parque identificando as classes que mais obtiveram sucesso na conservação ao longo dos 40 anos do Parque Nacional do Cabo Orange, ficando como recomendação para futuras pesquisas uma atualização dos limites da Unidade de Conservação (UC) em todos os bancos de dados das áreas acrescidas de forma natural e que pertencem ao parque.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Qualidade Visual. Análise Multitemporal. Parque Nacional do Cabo Orange.

ABSTRACT: This article aims to carry out an analysis of the visual quality of the landscape of the Cabo Orange National Park through the multitemporal evolution and the classification of land use and land cover with intervals of 5 years between the years 1985 to 2020. The analysis was carried out using Remote Sensing and Geoprocessing techniques, using already processed data from LandsAT 5, 7 and 8 satellite images with a spatial resolution of 30m, acquired from the MapBiomas Collection 7.0 database, available for access on the MapBiomas website, based on the classification carried out in the free software QGIS 3.30. From the selection of images, classification and analysis of the use and land cover of the Cabo Orange National Park, it was possible to carry out an indirect method assessment of the visual quality of the park's landscape, identifying the classes that were most successful in conservation over the 40 years. years of Cape Orange National Park,t was possible to carry out an indirect method assessment of the visual quality of the park's landscape, identifying the classes that were most successful in conservation over the 40 years of the Cabo Orange National Park, leaving as a recommendation for future research an update of the boundaries of the Conservation Unit (CU) in all databases of areas added naturally and belonging to the park.

Keywords: Remote Sensing. Visual Quality. Multitemporal Analysis. Cape Orange National Park.

RESUMEN: Este artículo tiene como objetivo realizar un análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional Cabo Orange a través de la evolución multitemporal y la clasificación del uso del suelo y la cobertura del suelo con intervalos de 5 años entre los años 1985 al 2020. El análisis se realizó mediante técnicas de Teledetección y Geoprociamiento, utilizando datos ya procesados de imágenes satelitales LandsAT 5,

7 y 8 con una resolución espacial de 30m, adquiridas de la base de datos MapBiomias Collection 7.0, disponible para acceso en el sitio web MapBiomias, de la clasificación realizada en el software libre QGIS 3.30. A partir de la selección de imágenes, clasificación y análisis del uso y cobertura del suelo del Parque Nacional Cabo Orange, fue posible realizar una evaluación por método indirecto de la calidad visual del paisaje del parque, identificando las clases que tuvieron mayor éxito en la conservación. Durante los años 40. años del Parque Nacional Cape Orange, dejando como recomendación para futuras investigaciones una actualización de los límites de la Unidad de Conservación (UC) en todas las bases de datos de áreas agregadas naturalmente y que pertenecen al parque.

Palabras clave: Teledetección. Calidad Visual. Análisis Multitemporal. Parque Nacional Cabo Orange.

INTRODUÇÃO

O Sensoriamento Remoto é uma técnica que permite o registro das propriedades da superfície terrestre a partir da captação das radiações eletromagnéticas emitidas ou refletidas pelos objetos. Essa técnica, aliada ao uso de ferramentas computacionais específicas, tem se mostrado cada vez mais importante na análise temporal da qualidade visual de áreas de preservação ecológica, como o Parque Nacional do Cabo Orange.

Localizado no extremo norte do estado do Amapá, o Parque Nacional do Cabo Orange é uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral criada com o objetivo de proteger a biodiversidade e o patrimônio natural da região. Com uma área de aproximadamente 619 mil hectares, a qualidade visual do parque é um parâmetro de grande importância para se avaliar a preservação dos ecossistemas e a qualidade do ambiente natural.

O objetivo principal deste estudo consiste em avaliar a utilização do Sensoriamento Remoto como ferramenta para monitorar e analisar a qualidade visual da paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange ao longo do tempo. Pretende-se identificar as variações ocorridas na paisagem, tais como alterações na cobertura vegetal, intervenções antrópicas e impactos ambientais, bem como suas consequências na qualidade visual da paisagem.

Para isso, serão utilizados dados de processamento digital de imagens de satélite do banco de dados do MapBiomias Coleção 7.0 e informações coletadas em campo, a fim de fornecer dados precisos sobre a dinâmica da paisagem e colaborar com a gestão ambiental e territorial do Parque Nacional do Cabo Orange.

Para conduzir a pesquisa sobre as contribuições do Sensoriamento Remoto na análise temporal da qualidade visual do Parque Nacional do Cabo Orange, foram realizadas visitas em campo, sobrevoo na UC e levantamentos de dados remotos. Inicialmente, foram realizadas visitas ao parque para coletar dados das características ambientais e da paisagem geral do local, por meio da observação direta e do registro fotográfico.

A metodologia utilizada para analisar a qualidade visual da paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange, utilizando o MapBiomias como ferramenta, baseou-se na

visualização de imagens de satélite da Coleção 7.0 do banco de dados do MapBiomias, obtidas através do *Google Earth Engine*, durante o período de 1985 a 2020 analisados com intervalos de 5 anos entre cada uma delas. A análise foi realizada por meio da classificação dessas imagens em diferentes classes de uso e cobertura do solo, como formação florestal, formação campestre, mangue, áreas úmidas e pastagem. Em seguida, foi realizada uma análise do aspecto da paisagem, utilizando as imagens classificadas para avaliar a qualidade visual em termos de heterogeneidade com base na variedade de tipos de cobertura do solo presentes na paisagem.

Em resumo, a metodologia utilizada para analisar a qualidade visual da paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange utilizou o MapBiomias como ferramenta e as imagens de satélite da Coleção 7.0 de seu banco de dados disponibilizados no *Google Earth Engine*, permitindo a obtenção de informações precisas e confiáveis sobre a paisagem ao longo dos últimos 40 anos. A análise da qualidade visual da paisagem permitiu avaliar a heterogeneidade fornecendo informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação e gestão do parque.

Nesse sentido, o Projeto MapBiomias, assim como as referências bibliográficas principais como o Plano de Manejo do Parque Nacional do Cabo Orange (2010), Pellegrino *et al.* (1996), Florenzano (2011), Novo (1989) entre outros, foram fundamentais para embasar o presente trabalho de análise temporal da qualidade visual da paisagem do Parque Nacional. Com o uso de tecnologias cada vez mais avançadas, o Sensoriamento Remoto está se consolidando como ferramenta essencial para o monitoramento urbano, rural e principalmente ambiental.

SENSORIAMENTO REMOTO E SUAS APLICAÇÕES

O Sensoriamento Remoto consiste no uso de imagens da superfície terrestre para conduzir estudos, permitindo a obtenção de informações sem a necessidade de contato direto entre o pesquisador ou equipamento e o objeto de estudo. Segundo Souza (2010) o Sensoriamento Remoto é a ciência que observa o nosso planeta usando sensores de observação muito acima do solo. Os sensores enxergam não somente a luz visível, mas também o comprimento de onda infravermelho que para a análise temporal torna-se uma ferramenta essencial para as alterações da paisagem, permitindo avaliar alterações no padrão visual do objeto de estudo ao longo do tempo e identificar possíveis impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas ou naturais.

A análise temporal proporcionada pelo uso do Sensoriamento Remoto permite, ainda, a detecção de áreas suscetíveis a processos erosivos, inundação ou deslizamentos de terra, auxiliando na tomada de decisões estratégicas para a conservação das áreas naturais do parque. Esses sistemas de Observação da Terra têm como grande vantagem fornecer dados para o estudo das mudanças dinâmicas que ocorrem em nosso planeta, conforme descrito por Souza (2010). Tais mudanças podem acontecer em escalas diversas de tempo e espaço. Portanto, as contribuições do Sensoriamento Remoto na análise temporal da

qualidade visual do Parque Nacional do Cabo Orange representam uma importante ferramenta para a gestão dos recursos naturais UC e permitem tomar medidas preventivas e corretivas para garantir a preservação desse importante patrimônio ambiental.

Embora as contribuições da análise temporal da qualidade visual do Parque Nacional do Cabo Orange sejam inegáveis, é importante problematizar essa abordagem sob diversos aspectos. Em primeiro lugar, o Sensoriamento Remoto é uma técnica que tem suas limitações, especialmente quando se trata de áreas com cobertura vegetal densa ou em locais em que a presença de nuvens dificulta a captação das imagens, que é o caso da área de estudo. Isso pode levar a interpretações equivocadas e a uma percepção distorcida da realidade do Parque Nacional do Cabo Orange.

Além disso, é preciso levar em conta o fato de que a qualidade visual de um ambiente natural não se resume apenas à sua aparência, sendo influenciada por diversos fatores, como a presença de espécies animais e vegetais específicas e a qualidade do ar e da água. Nesse sentido, a análise temporal da qualidade visual do parque pode apresentar uma visão limitada e simplificada da preservação ambiental. Outro aspecto que merece ser considerado é o fato de que a utilização do Sensoriamento Remoto na gestão ambiental do parque deve ser combinada com outras técnicas e abordagens, como o monitoramento *in situ*, o levantamento de dados socioeconômicos e a participação da comunidade local. Essa abordagem multidisciplinar é essencial para uma gestão ambiental efetiva e sustentável.

Por fim, é importante destacar que as contribuições do Sensoriamento Remoto na análise temporal da qualidade visual do Parque Nacional do Cabo Orange devem ser utilizadas de forma crítica e consciente, a fim de evitar uma exploração comercial desordenada da área e garantir a sua preservação enquanto patrimônio natural e cultural do estado do Amapá.

A finalidade do estudo sobre as contribuições do Sensoriamento Remoto na análise temporal da qualidade visual do Parque Nacional do Cabo Orange é avaliar a utilidade dessa técnica na gestão ambiental e na eficácia da preservação da área ambiental em questão. Como uma ferramenta para a captura e processamento de imagens, o Sensoriamento Remoto revela-se particularmente útil na análise da qualidade visual de áreas que, como o Parque Nacional do Cabo Orange, têm grande importância na preservação da biodiversidade.

O SENSORIAMENTO REMOTO E SUA APLICAÇÃO EM ESTUDOS SOBRE USO E COBERTURA DO SOLO

O Sensoriamento Remoto é uma técnica que permite a obtenção de informações sobre objetos e fenômenos à distância, por meio da análise de imagens captadas por sensores acoplados a plataformas orbitais ou aéreas, e “possibilita aplicações em inúmeras áreas: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas etc. (FIGUEIREDO, 2005, p.23).

Para Florenzano (2011) “O termo sensoriamento refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves)

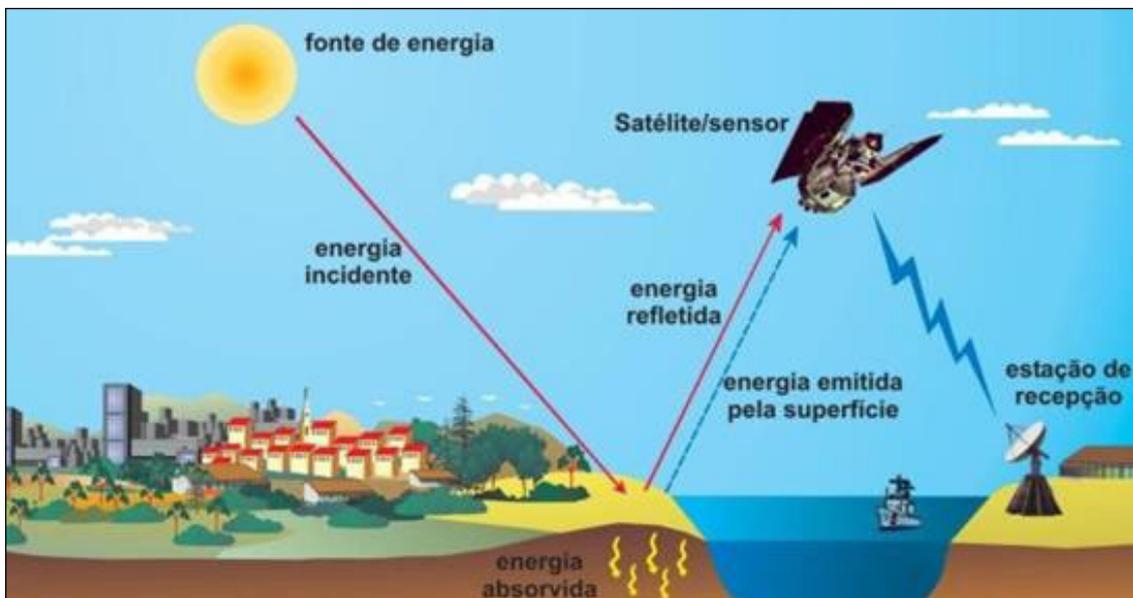
e orbitais (satélites artificiais)” a autora também traz o conceito do termo remoto, que de acordo com ela “[...] é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e objetos na superfície terrestre” como mostra a Figura 1.

Para Novo (1989), o termo Sensoriamento Remoto é definido como o uso de sensores avançados, aeronaves e espaçonaves para examinar o ambiente terrestre por meio da captura e análise das sensações entre a Radiação Eletromagnética (REM) e as substâncias presentes na superfície terrestre, em todas as suas diferentes formas.

Essa técnica tem sido cada vez mais utilizada em estudos sobre uso e cobertura do solo, sendo capaz de fornecer informações precisas e atualizadas sobre as características e modificações do solo em diferentes escalas. Para Salgado (2002) “existe uma diversidade de opiniões com relação aos termos ‘uso da terra’ e a ‘cobertura da terra’. Na maioria dos trabalhos científicos são também utilizados termos como ‘uso do solo, cobertura do solo, revestimento do solo’, entre outros”; neste trabalho utilizaremos os termos de uso e cobertura de solo.

O uso do Sensoriamento Remoto em estudos sobre uso e cobertura do solo permite a identificação de diferentes tipos de cobertura vegetal, análise da expansão urbana, estudo de padrões de cultivo e identificação de áreas degradadas, entre outras aplicações. Além disso, o Sensoriamento Remoto tem se mostrado uma ferramenta importante para o monitoramento ambiental, uma vez que permite a identificação de mudanças no uso do solo relacionados à degradação ambiental, desmatamento e ocupação desordenada.

Portanto, o Sensoriamento Remoto é uma técnica essencial e tem grande importância nos estudos sobre uso do solo, desde pesquisas acadêmicas até aplicações práticas em gestão ambiental e planejamento territorial.



Fonte: FLORENZANO (2011, p.9).

Figura 1. Esquema de obtenção de imagens por sensores remotos.

A detecção de mudanças no uso do solo é de grande importância para o estudo e monitoramento das transformações do ambiente natural e sua relação com atividades humanas. O Sensoriamento Remoto tem se consolidado como uma ferramenta fundamental para essa tarefa, permitindo a análise de séries temporais de imagens de satélites de alta e média resolução, a fim de identificar padrões de mudança no uso do solo.

De acordo com SAUSEN (2016):

“Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam estas mudanças é necessário fazer observações com uma grande gama de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil” (SAUSEN, 2016, p.18).

Para isso, diversos métodos e algoritmos têm sido desenvolvidos para a detecção e classificação de imagens, permitindo a identificação de diferentes tipos de cobertura vegetal, áreas urbanas, cultivos e outras atividades. Além disso, a interpretação visual dessas imagens também tem se mostrado uma ferramenta importante para a detecção de mudanças sutis no uso do solo.

A utilização de técnicas de análise de série temporal, como a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Séries Temporais de Imagens (TSA), têm sido amplamente empregadas na detecção de mudanças no uso do solo a partir de dados de satélites. Deste modo, o “TSA foi desenvolvido para a PCA de sequências de imagens de satélites, normalmente armazenadas em formato binário, com tons de cinza variando entre 0 e 255” (PELLEGRINO, 1996, p.728). Portanto, os conceitos e métodos para detecção de mudanças no uso e cobertura do solo a partir de dados de satélites são fundamentais para o monitoramento ambiental, planejamento territorial e gestão ambiental.

A análise temporal de dados de satélites é fundamental para o estudo e monitoramento das mudanças no uso do solo ao longo do tempo. O Sensoriamento Remoto tem se consolidado como uma ferramenta indispensável nesse processo, permitindo a obtenção de informações precisas e detalhadas sobre as características do solo e sua evolução. A compreensão das mudanças no uso e cobertura do solo é de grande importância nos dias de hoje, uma vez que a pressão sobre a terra está cada vez maior, seja para atividades agrícolas, pecuárias, industriais ou urbanas.

A análise temporal permite identificar e compreender os padrões de mudança no uso do solo, bem como suas causas e consequências, ajudando a orientar ações de planejamento e gestão ambiental. Além disso, o monitoramento contínuo das mudanças no uso do solo pode ser um importante indicador de alerta para possíveis desequilíbrios e impactos ambientais negativos em uma determinada região. Sendo assim, a análise temporal de dados de satélites é uma ferramenta de grande importância tanto para pesquisa quanto para a gestão ambiental, devendo ser explorada e aprimorada continuamente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram utilizados dados da plataforma MapBiomas, onde se realiza uma seleção e processamento de imagens de satélites utilizando o processamento em nuvem do *Google Earth Engine*, que permite uma automação mais precisa no refinamento dos dados através da linguagem de programação como, por exemplo, a linguagem *Python*.

Para trabalhar esses dados, utilizou-se o *software* QGIS 3.30, onde foram realizados outros tratamentos dos dados matriciais adquiridos no MapBiomas em sua coleção denominada Coleção 7.0 de uso e cobertura do solo, organizados em 4 níveis de classificação e por biomas.

Foram selecionadas 8 imagens de satélites já processadas na nuvem pelo MapBiomas, com intervalos de 5 anos entre cada uma delas de anos de 1985 a 2020, para poder realizar a análise temporal do Parque Nacional do Cabo Orange proposta por este trabalho. O próximo passo foi realizar a renderização destes *raster*, pois as imagens apresentam-se em escala cinza, sendo necessário paletizar a mesma para realizar a classificação. Após renderizar o *raster* para melhorar a visualização das classes definidas pelo processamento da imagem de satélite, é possível notar que foram classificadas 10 camadas na imagem seguindo o número de identificação de classificação realizado pelo MapBiomas no momento do processamento da imagem de satélite.

Na análise do uso e cobertura do solo do Parque Nacional do Cabo Orange, serão descritas as classes presentes na UC na sequência de predominância e do que são compostas.

Sendo assim, pode-se notar que a Formação Florestal é predominante dentro da UC, sendo: i) Florestas de Várzea – que “são ecossistemas ripários, energeticamente abertos, que estão associados a rios de água branca, com grande aporte de água doce e sedimentos decorrentes do ciclo diário de enchentes e vazantes representados pelas marés semidiurnas” (MMA/ICMBio, 2010, p. 38); e ii) Floresta Ombrófila – que “é caracterizada por um estrato superior, com altura em torno de 20m, e com espécies emergentes alcançando aproximadamente 30m de altura” (MMA/ICMBio, 2010, p. 39).

Na sequência vem a Formação Campestre, que “Corresponde à vegetação que ocorre ao longo da zona estuarina e costeira do Estado, sobre terraços holocênicos influenciados pelos pulsos de inundação principalmente por águas pluviais” (MMA/ICMBio, 2010, p. 37).

Em seguida, temos “Os maiores manguezais da costa brasileira estão distribuídos na costa do Amapá que apresenta as condições ideais para a construção desse ecossistema, como grande quantidade de sedimento em suspensão, temperaturas elevadas, grandes amplitudes de maré e água salina ou salobra” (MMA/ICMBio, 2010, p. 36).

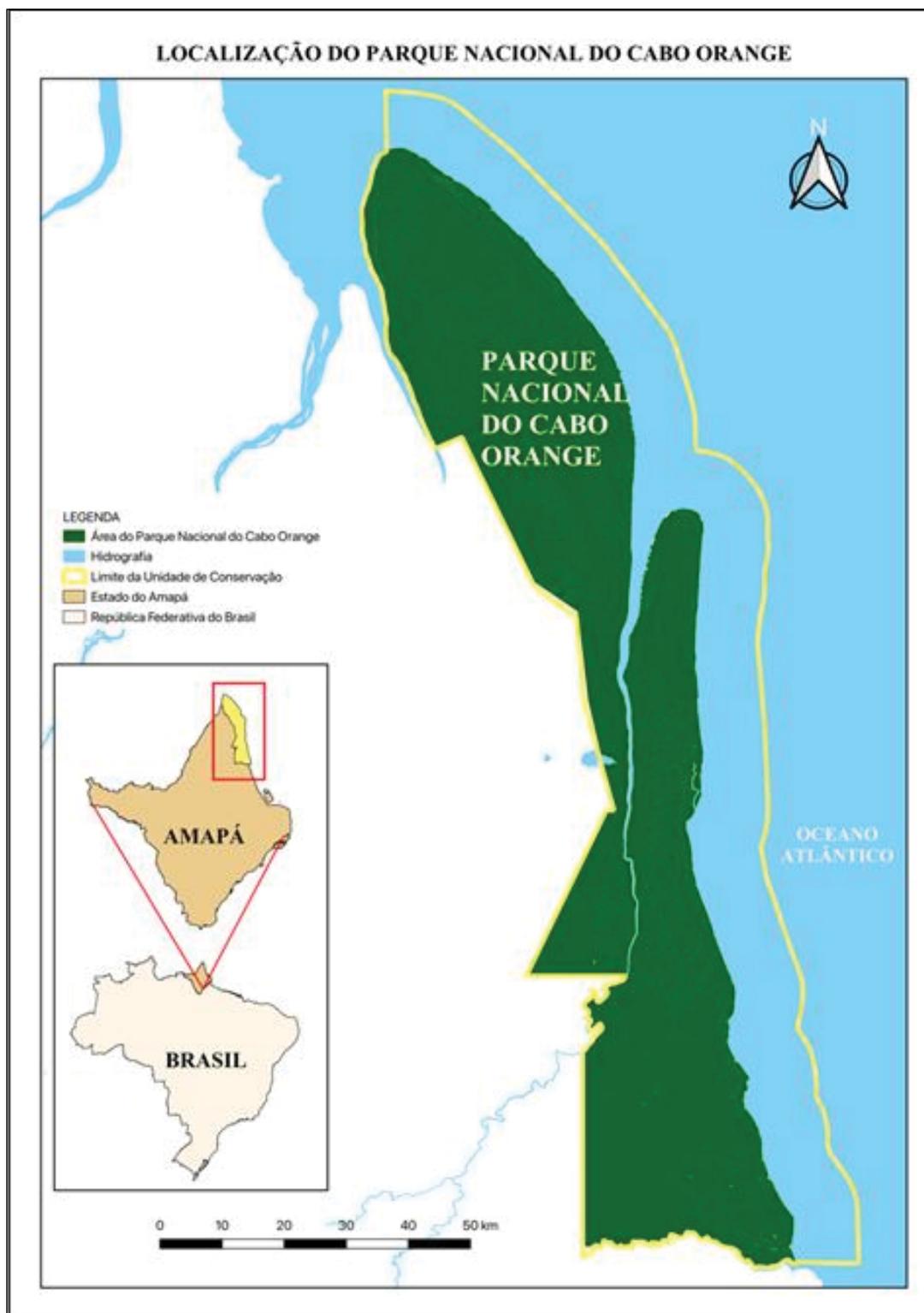
Já a classificação de áreas úmidas, que são compostas por campos alagados e áreas pantanosas, o Plano de Manejo do Parque Nacional do Cabo Orange (2010) delimitou os: i) Campos Herbáceos Periodicamente Inundados – “Corresponde à vegetação que ocorre ao longo da zona estuarina e costeira do Estado, sobre terraços holocênicos influenciados pelos pulsos de inundação principalmente por águas pluviais” (MMA/ICMBio, 2001, p. 37), outros tipos de áreas úmidas são o próprio leito do rio Cassiporé, os lagos (Maruani e Tralhoto) e a faixa de costa com espelho d’água de até 6m de profundidade no período de maré baixa.

A classe denominada Hidrografia engloba o principal rio do Parque Nacional do Cabo Orange, que contém “210km de comprimento, sendo 109km da nascente até o início do Parque e 101km no seu interior. O Rio Cassiporé pode ser considerado a espinha dorsal do PNCO. Corre para Nordeste até entrar no Parque, quando então passa a direção Norte” (MMA/ICMBio, 2010, p. 27).

Por fim, temos a classe de Pastagem correspondente à pecuária e bubalinocultura que “ocorre em áreas que ainda não foram regularizadas na calha do Cassiporé e no limite sul do Parque”, sendo a bubalinocultura a atividade que resulta na “compactação do solo, que por sua vez contribui para a alteração da drenagem superficial e para alteração da flora nos campos inundáveis. Leva também a incêndios para o manejo de pasto e ao abate de onças para proteger os búfalos. (MMA/ICMBio, 2010, p.68-69).

O PARQUE NACIONAL DO CABO ORANGE/AP

O Parque Nacional do Cabo Orange (Figura 2) foi criado pela Lei nº 84.913, de 15 de julho de 1980, que dispõe sobre a criação de uma unidade de conservação de proteção integral, que de acordo com Dios e Marçal (2012), o objetivo básico desta categoria de unidade de conservação é “[...] preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais [...] para efeitos legais, são considerados zonas rurais [...] criados e administrados pelo governo federal, que se destinam ao uso comum do povo para fins científicos, culturais, educativos e recreativos.” (pág.179 e 180).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2. Localização do Parque Nacional do Cabo Orange/AP.

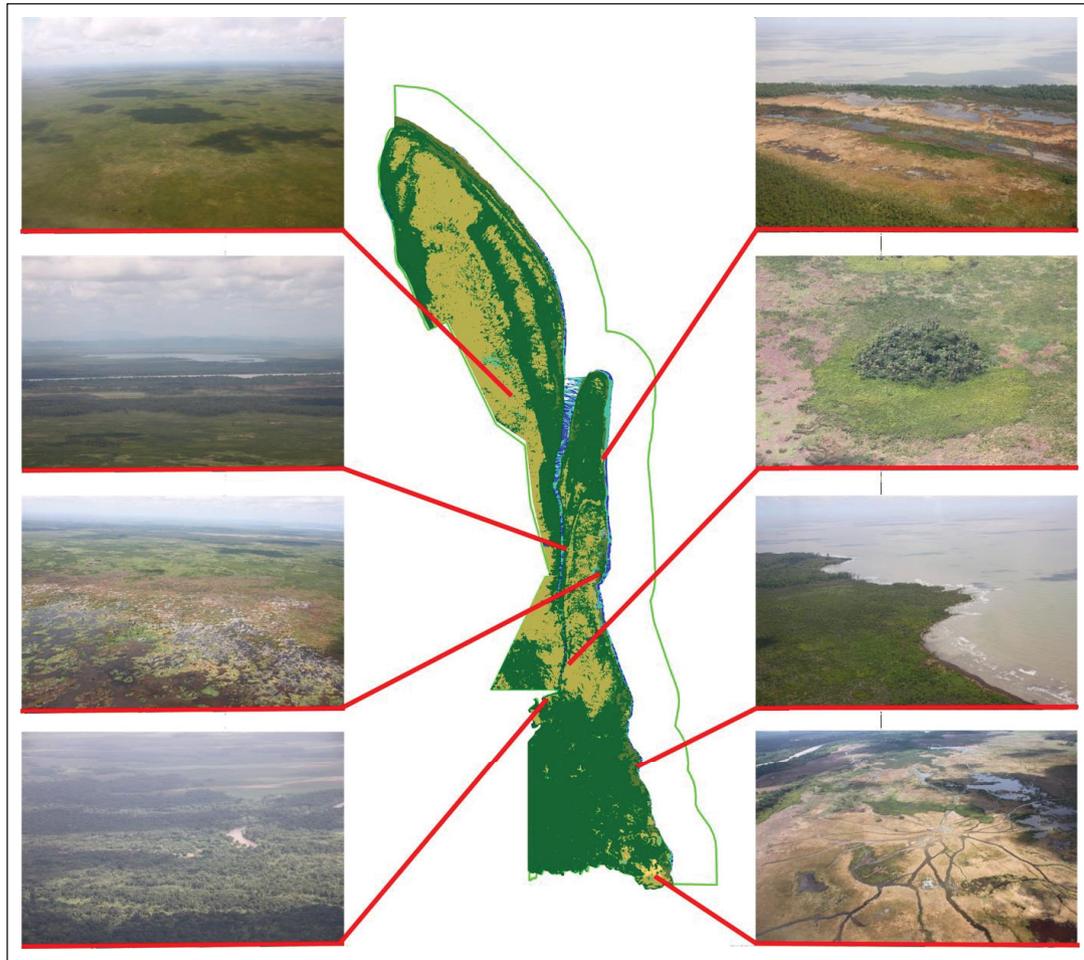
O Parque é uma unidade de conservação localizada no extremo norte do Estado do Amapá, abrangendo parte dos municípios de Oiapoque e Calçoene (divididos naturalmente pelo rio Cassiporé), cujo objetivo é proteger a fauna e a flora da região em uma área de cerca de 619 mil hectares, possuindo uma faixa costeira de cerca de 200km de extensão por 10 km (cerca de 5 milhas náuticas) mar adentro (Figura 2). A sua grande importância para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas da região fazem do Parque um dos patrimônios naturais mais importantes tanto em nível nacional como internacional.

De acordo com o Encarte 1 do Plano de Manejo (MMA/ICMBio, 2010):

O Cabo Orange é conhecido nacionalmente como ponto extremo marítimo do território brasileiro. A região, no início do século XVII, foi palco de disputas territoriais envolvendo, holandeses franceses e portugueses. Faz fronteira com o território ultramarino da Guiana Francesa, onde os franceses dispõem das condições, serviços públicos e direitos análogos ao da França continental. Essa situação evidencia um contraste negativo em relação às condições dos municípios no Estado do Amapá, Brasil. (MMA/ICMBio, 2010, p.24).

Ainda de acordo com o Plano de Manejo (MMA/ICMBio, 2010), apesar de o Parque Nacional do Cabo Orange proteger “4,3% da área do Estado do Amapá, englobando as tipologias Manguezal, Campos Periodicamente Inundados, Floresta de Várzea, Floresta Ombrófila Aberta, Cerrado e Restinga” (p.29), a UC enfrenta desafios expressivos para a conservação da cobertura e do uso do solo. A região apresenta ainda uma significativa presença de atividades agrícolas e pecuárias, bem como uma antropização desordenada, o que vem trazendo ao longo dos anos degradação do solo e redução da biodiversidade na região.

A detecção de mudanças no uso e cobertura do solo utilizando imagens de satélite pode ser uma ferramenta importante para a gestão e proteção do parque, permitindo avaliar os impactos das atividades humanas sobre a ecologia da região, identificar áreas críticas de alteração do uso e cobertura do solo e fornecer subsídios para a tomada de decisões em relação à gestão da área.



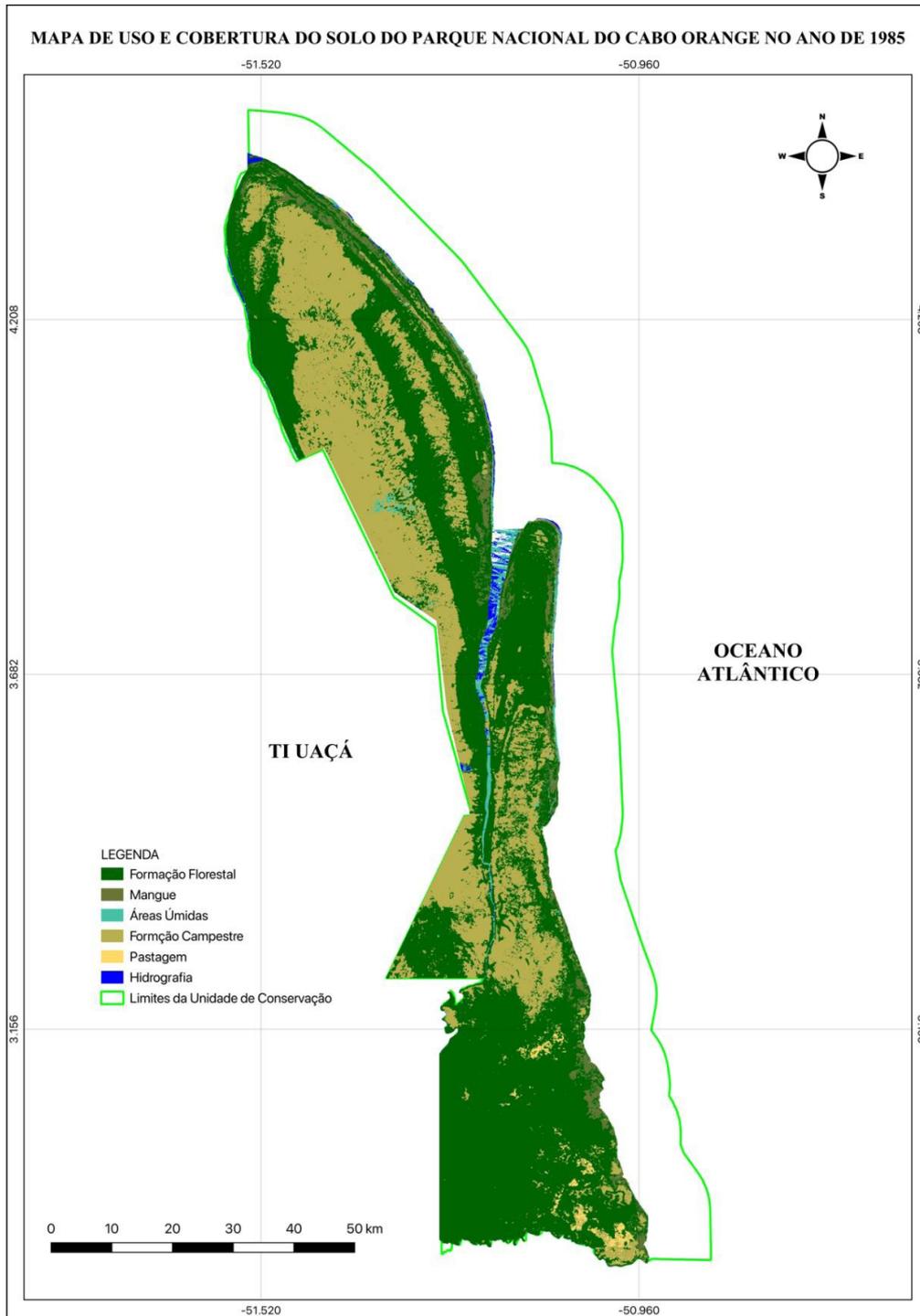
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 3. Fotografias Aéreas do Parque Nacional do Cabo Orange em dezembro de 2017.

Portanto, é fundamental que técnicas de monitoramento ambiental e de detecção de mudanças no uso e cobertura do solo em regiões como o Parque Nacional do Cabo Orange, a fim de se promover a conservação desse importante patrimônio natural brasileiro.

A ANÁLISE TEMPORAL DA CLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DO PARQUE NACIONAL DO CABO ORANGE

Como resultado da análise da Figura 4 com as classificações da imagem de 1985 nos primeiros 5 anos após a criação da UC, é possível notar que a Formação Florestal é predominante na UC com cerca de 2.651 km², sendo mais densa no trecho sul do Parque Nacional do Cabo Orange devido ao terreno ser firme por estar sobre o tabuleiro costeiro que “são áreas dissecadas resultantes do aprofundamento de drenagens em relevos tabulares, interflúvios tabulares” (MMA/ICMBio, 2010, p. 22). Já a Formação Campestre concentra-se no trecho central e norte do parque e possui uma área de cerca de 1.462 km², sendo a segunda classe de maior predominância dentro da UC localizada em planícies fluviais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 4. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 1985.

Pela classificação gerada neste período de 1985, a área ocupada pelo Mangue é cerca de 148 km² ao longo da faixa costeira do parque, mostrando que a costa do Amapá na década de 1980 possuía uma vegetação heterogênea e em constante processo de mudanças, variando entre formação florestal e campestre adjacente aos mangues.

Nas Áreas Úmidas, como destacado anteriormente ocorre formação por campos periodicamente inundados, o rio Cassiporé e os lagos, sendo o principal o Maruani e a faixa de costa que vai – do sentido sul ao norte – da foz do rio Cunani (no município de Calçoene) a ponta do Cabo Orange na foz do rio Oiapoque. Sua área é de cerca 75 km² distribuídos no Parque Nacional do Cabo Orange, com influência dos pulsos hídricos da classe Hidrografia que conta com uma área de aproximadamente 34 km².

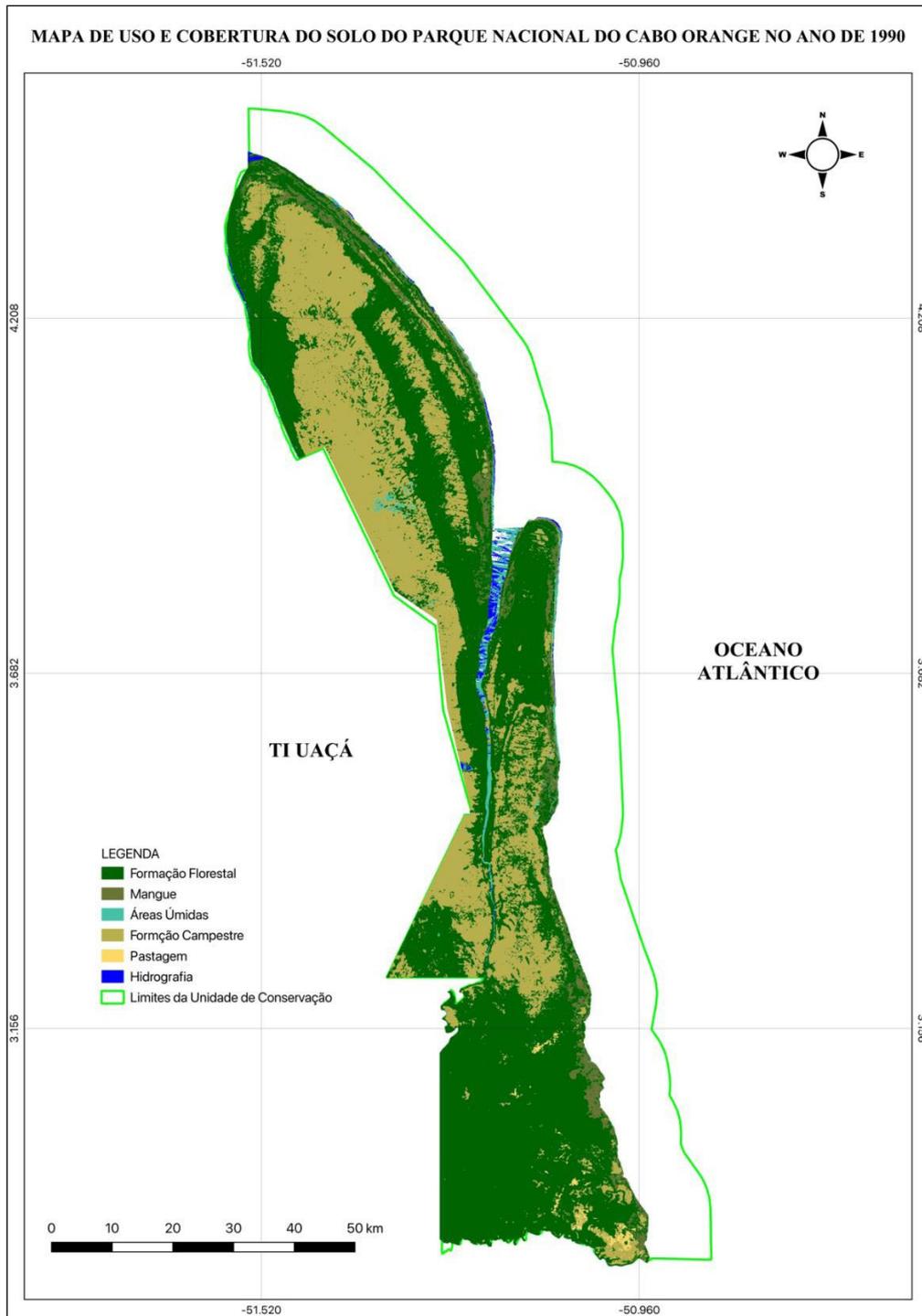
A classe de Pastagem presente na Figura 4 mostra que na região sul, próximo a foz do rio Cunani – limite natural do parque – existia uma forte atividade de pecuária e bubalinocultura, fazendo com que a paisagem natural do ambiente se degradasse com o pisoteio dos bovinos e bubalino, sem contar na substituição da vegetação nativa por pastagem para manutenção das criações.

Já na análise realizada na Figura 5, a primeira década do Parque Nacional do Cabo Orange, mostrou que a parte sul da UC apresentou um adensamento na Formação Florestal e uma expansão para áreas onde se encontra a Formação Campestre. Neste período de 1990, a Formação Florestal conta com uma área total de aproximadamente 2.647 km², enquanto a área de Formação Campestre possui uma área total aproximada de 1.459 km².

Ao longo da faixa de costa, onde predomina o Mangue, é possível notar também um adensamento fazendo com que sua área total chegue a aproximadamente 166.8 km²; porém, sua distribuição ainda não é homogênea, compartilhando sua faixa de costa com outras classes.

Já as Áreas Úmidas, classe definida pelo MapBiomas como campos alagados e áreas pantanosas, ainda consistem no leito do rio Cassiporé, o lago Maruani e o igarapé Marrecal que nasce no Cabo Cassiporé e deságua no oceano e a faixa de costa, que em sua maré baixa apresenta um espelho d'água com profundidade de aproximadamente 6 metros.

Por fim, com a atuação dos Órgãos Fiscalizadores da UC mantendo o diálogo com as comunidades e principalmente as fazendas do trecho sul do parque (na foz do rio Cunani), houve uma redução na área total da Pastagem, chegando a uma área total de 18.4 km².



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 5. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 1990.

Na Figura 6 é possível notar que a Formação Florestal teve um recuo sendo sua área total de 2.620 km², ocasionando um aumento na área total da Formação Campestre, principalmente nos campos da margem direita do rio Cassiporé com uma área total aproximada de 1.498 km².

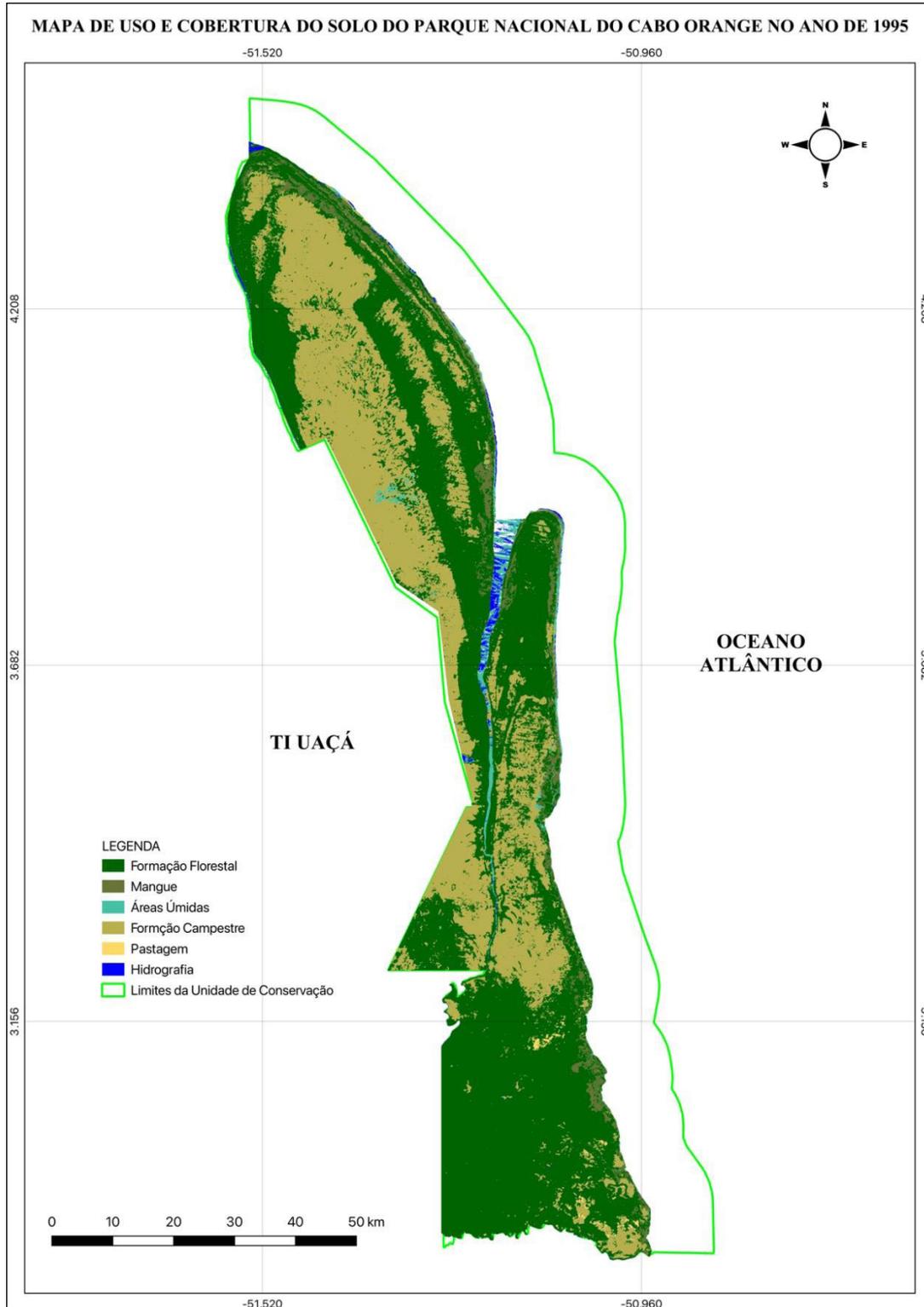


Figura 6. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 1995.

O Mangue também teve uma redução em sua área total ao longo da faixa de costa; isso se dá devido à erosão de alguns pontos do cabo Cassiporé, sendo sua área total próxima de 155.1 km². A vegetação de mangue se perde ao longo do tempo com o avanço dos pulsos de maré, deixando apenas uma praia lamosa que no período de maré baixa – o solo estando saturado – no momento de interpretação das imagens são classificadas como Áreas Úmidas.

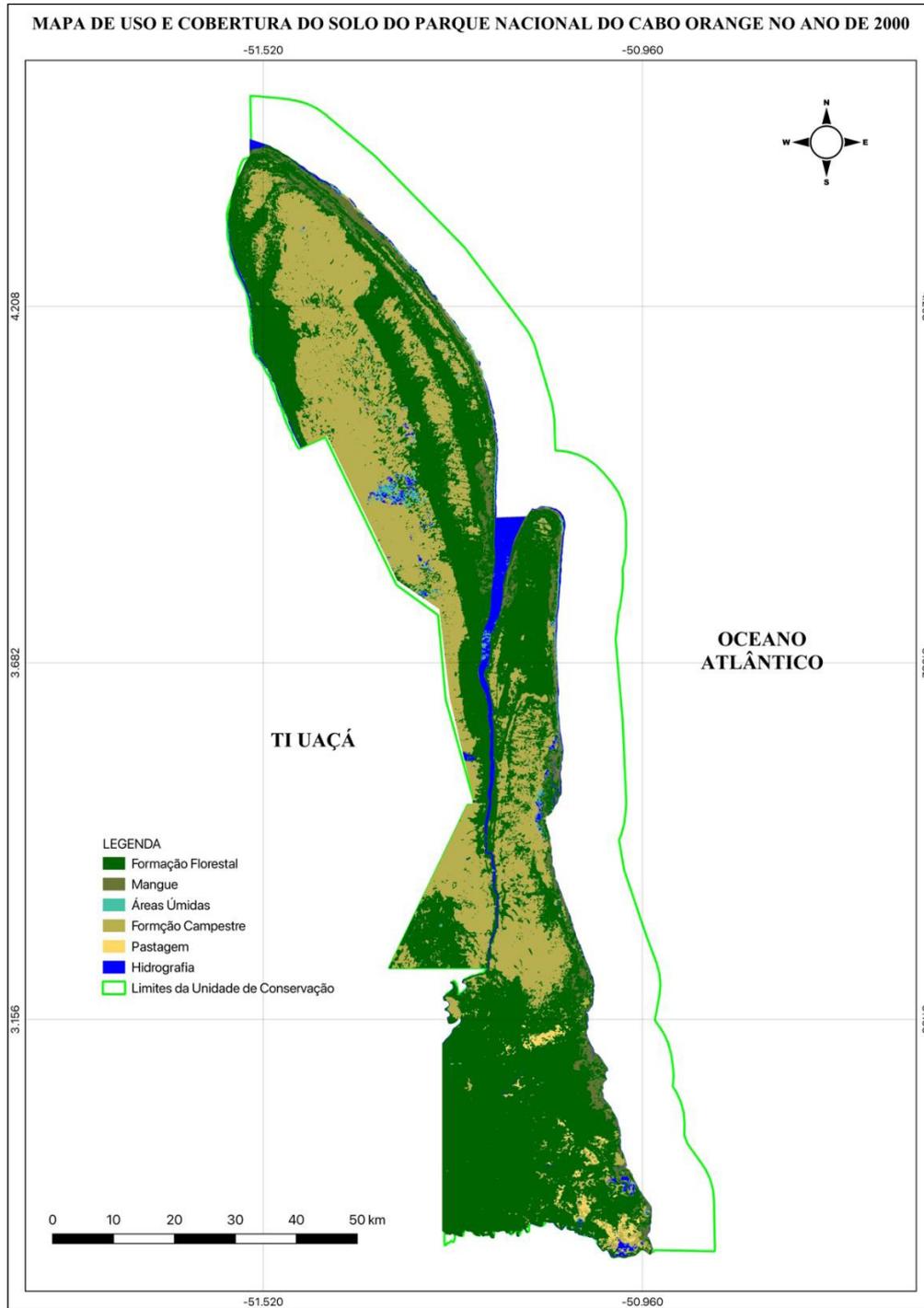
Tendo como base essa abordagem, as Áreas Úmidas presentes na classificação de uso e cobertura do solo mostram um aumento em sua área total de 79.9 km². Na classe de Pastagem, nota-se que mesmo com a redução da presença de pastos na foz do rio Cunani, houve um acréscimo mais ao norte que pode significar uma migração para esta área de transição entre a Formação Campestre e Florestal com a finalidade de continuar a criação de búfalos e se proteger das fiscalizações. Porém a redução dessas áreas de pastos na UC diminuiu, ficando sua área total com 13.4 km².

A princípio, na Figura 7 é possível notar a grande presença de água que ressalta a classe Hidrografia no mapa, mostrando um solo completamente saturado. Deste modo, pode-se afirmar que a imagem de satélite selecionada pelo MapBiomias Coleção 7.0, foi em um período de inverno amazônico onde os índices pluviométricos são elevados na região, sendo esta uma das que mais chovem no Brasil, sendo assim, a área total da classe de Hidrografia é de 134.8 km².

Outra classe em que se observa um aumento em sua área total, foi da Pastagem. Nota-se que na foz do rio Cunani em sua margem esquerda a área volta a ser tomada pela criação de búfalos nas antigas áreas, trazendo novamente um grande impacto ambiental e visual da paisagem de uma unidade de conservação de proteção integral. Sua área total de Pastagem é de aproximadamente 40 km² e segue avançando para além das áreas usadas em anos anteriores.

Mesmo sendo um período de chuvas abundantes na região do Parque Nacional do Cabo Orange, as Áreas Úmidas tiveram uma redução com sua área total de 45.2 km², mas não foi uma redução por degradação desses habitats, e sim pelo grande volume de chuvas fazendo com que lagos e igarapés, antes rasos, ficassem profundos, não possuindo as características necessárias para classifica-las como áreas úmidas.

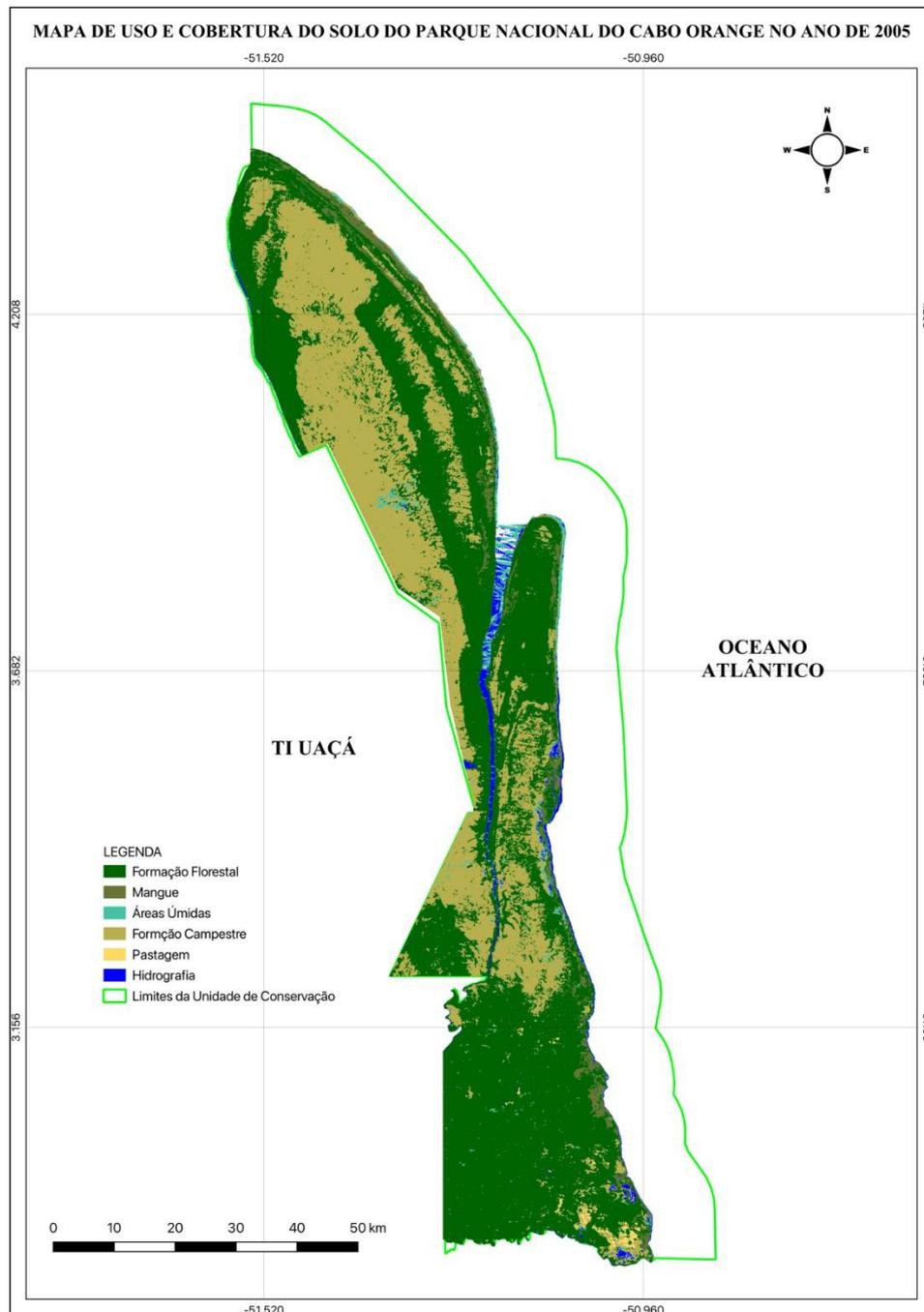
No Mangue houve uma redução em sua área total, de 145.5 km² aproximadamente, e continua sendo mais abundante no trecho norte no Cabo Orange ao longo da faixa de costa. Já na Formação Campestre, no ano de 2000 sua área total estava em cerca de 1.472 km, também com redução referente aos 5 anos anteriores. A Formação Florestal com área total aproximada de 2.573 km também teve redução, sendo a menor área total frente aos outros anos analisados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 7. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 2000.

Na análise do ano de 2005, representado pela Figura 8, é possível notar que a Formação Florestal em 5 anos conseguiu recuperar a perda de sua área florestada, sendo sua área total, para o ano em análise de cerca de 2.656 km², tornando-se o ano com a maior área total de Formação Florestal referente aos anos analisados. Deste modo, entende-se que com o avanço desta formação houve uma redução nas áreas de Formação Campestre, onde sua área total referente ao ano em análise é de 1.417 km².



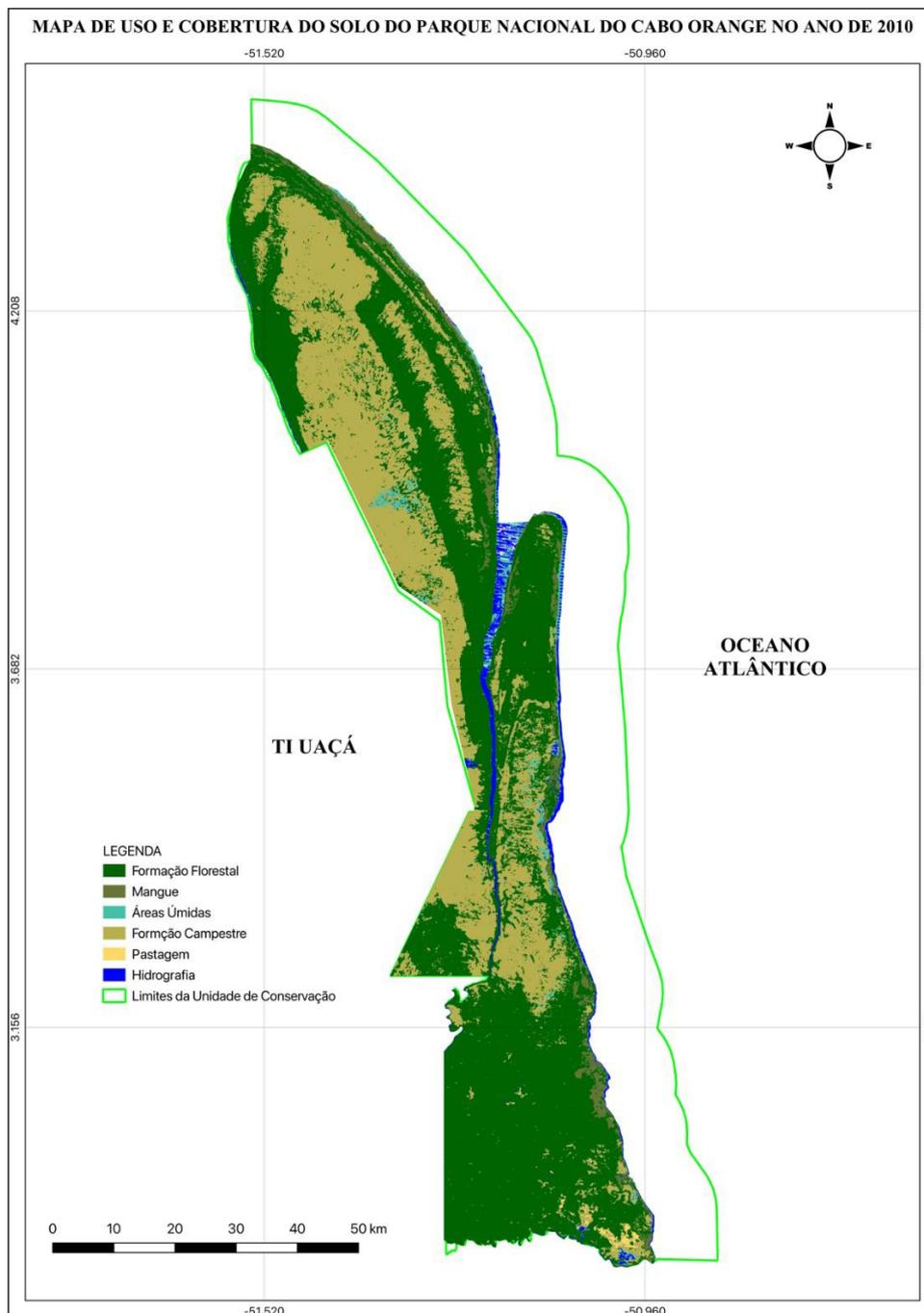
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 8. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 2005.

Frente aos anos analisados, o Mangue em 2005 teve o seu menor número em área total, sendo aproximadamente 132.7 km², ao contrário das Áreas Úmidas que vem aumentando conforme o avanço das marés sobre a faixa de costa. As áreas úmidas dentro dos limites do Parque Nacional do Cabo Orange estão em cerca de 94.9 km² distribuídos entre os leitos de rios e igarapés, lagos e faixa de costa com profundidade inferior a 6 metros do espelho d'água. Quanto à Pastagem, observa-se a sua redução frente aos 5 anos anteriores, onde sua área total chegou a aproximadamente 40 km² e neste ano de 2005 está por volta de 19.4 km² concentrando-se apenas no trecho sul da UC.

No ano de 2010, representado pela Figura 9, é possível observar que a faixa de costa – destacada com uma linha vermelha – tanto no Cabo Orange, como no Cabo Cassiporé, houve um avanço dos pulsos de maré causando erosão do solo carregando as vegetações presentes ali como as de mangue, florestas e campos. Portanto, a área total de massa hidrográfica presente na UC é cerca de 107.7 km², mesmo assim, a Formação Florestal não teve alteração significativa em sua área total que na presente análise está por volta de 2.636 km² e a Formação Campestre com cerca de 1.423 km² com um aumento de 10 km² frente aos 5 anos anteriores.

O Mangue no presente ano em análise voltou a se recuperar adensando sua vegetação principalmente nas recentes formações de solo devido ao acúmulo de sedimentos ao norte do Cabo Orange, onde essa área sofreu grande deposição sedimentar proveniente da bacia do rio Amazonas que deságua no oceano Atlântico e da erosão de outros pontos ao longo da costa do Amapá. Por fim, a Pastagem presente no trecho sul do Parque Nacional do Cabo Orange continua decaindo (é de aproximadamente) e sua área total é cerca 15 km².



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

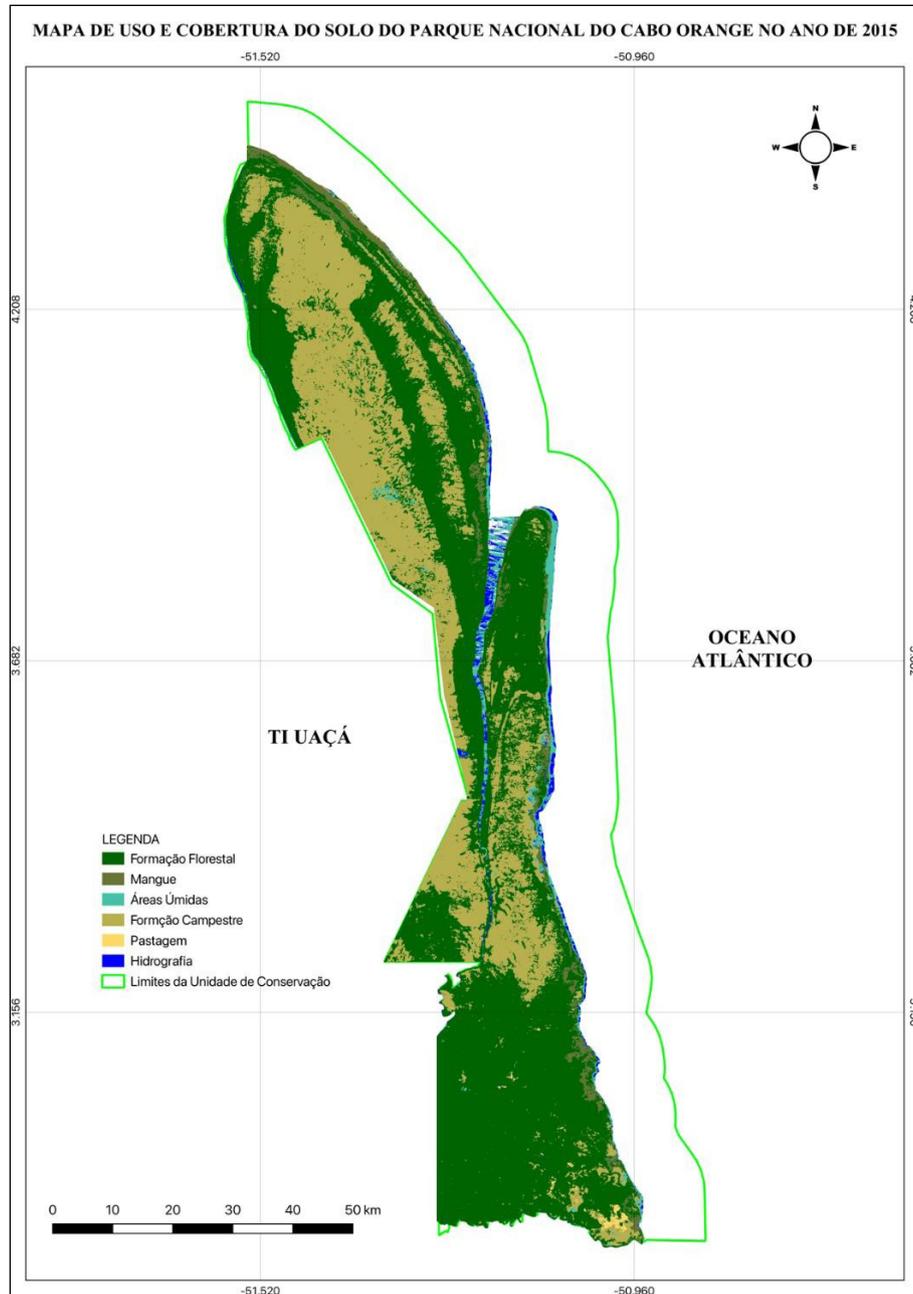
Figura 9. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 2010.

Analisando as classes do ano de 2015, representadas na Figura 10 do Parque Nacional do Cabo Orange, nas listras destacadas em vermelho é possível observar o avanço dos pulsos de maré ocasionando a erosão dessas áreas, como analisado anteriormente. O trecho mais afetado é a faixa de costa do cabo Cassiporé ao longo de aproximadamente 100 km da costa, assim como no trecho do cabo Orange também destacado, que vai da foz do rio Cassiporé ao norte até a metade do cabo.

Logo, com a erosão desses trechos, a massa hidrográfica da UC aumenta deixando sua área total com aproximadamente 62 km², e, conseqüentemente aumenta também nas Áreas Úmidas, pois as áreas erodidas dão espaço as formações de praias lamosas, muito comum nos dias de hoje no Parque Nacional do Cabo Orange, que nas marés baixas continuam saturadas, e no momento da interpretação de imagens de satélites são caracterizadas como áreas úmidas, estando estas com profundidade inferior a 6 metros; contudo, a área total das Áreas Úmidas no ano de 2015 foi de aproximadamente 121 km².

As formações Florestal e Campestre mantiveram-se em bom estado de conservação, com a ressalva das florestas ao longo da costa, que foram levadas pelos pulsos de maré principalmente na costa do cabo Cassiporé, deixando uma área total da Formação Florestal com cerca de 2.635 km² e a Formação Campestre com 1.433 km².

Nota-se que o Mangue ao longo dos anos vem crescendo e adensando sua área total nas formações lamosas no trecho norte do Cabo Orange, sendo no presente ano de 2015 cerca de 135 km². Já a Pastagem segue em redução e no presente ano em análise sua área total foi de 12.8 km², persistindo grande parte da classe no trecho sul da UC.

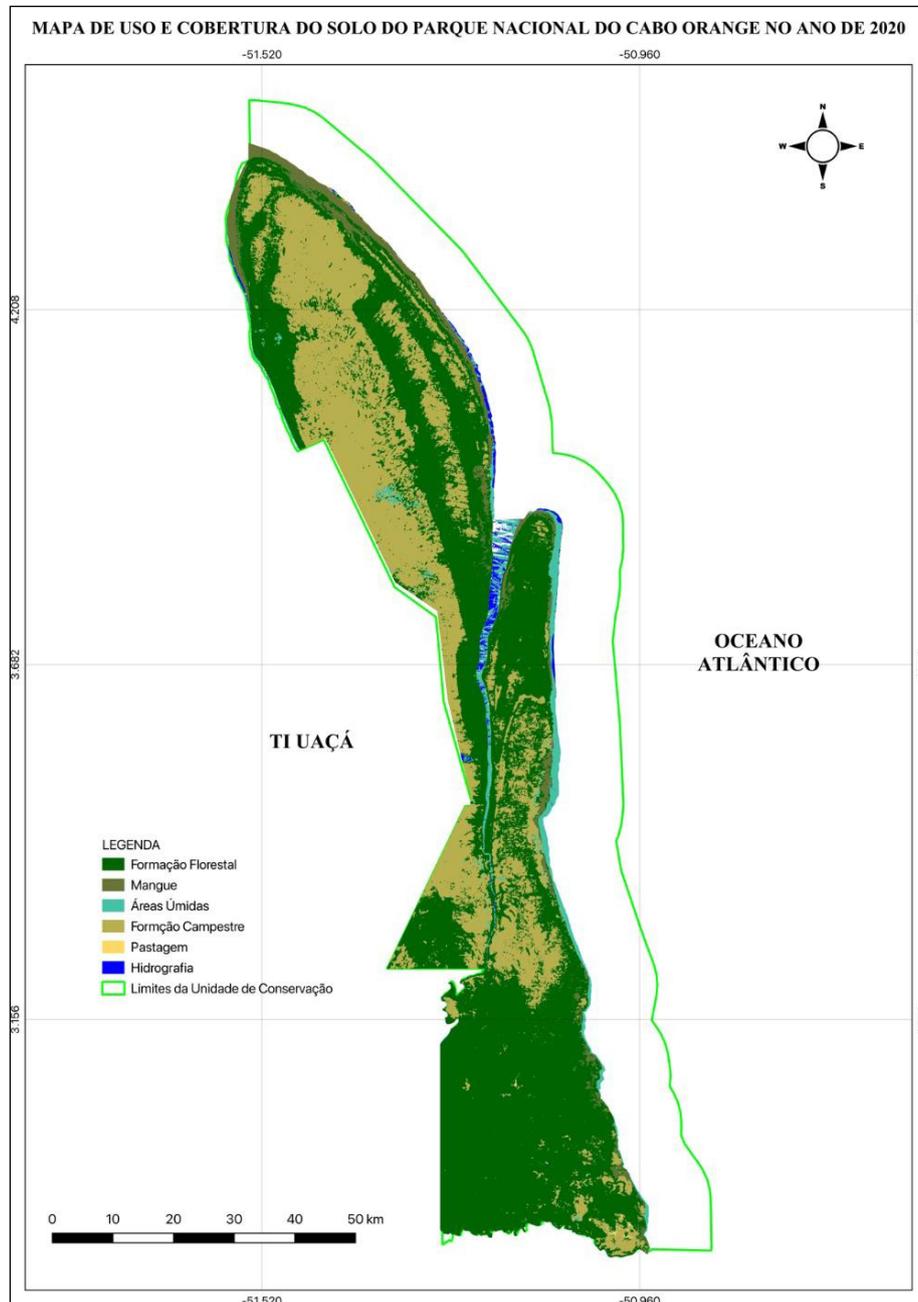


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 10. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 2015.

No ano de 2020 - Figura 11 - as áreas de Formação Florestal avançam em pontos onde se encontram a Formação Campestre, trazendo um aumento natural de uma e redução da outra. A primeira, no ano em análise, possui cerca de 2.637 km² de área total; já a segunda, cerca de 1.400 km². Outra classe que avançou em sua consolidação foi o Mangue, que conseguiu recuperar uma área total semelhante a que obtivera no ano de 1990, cerca de 166 km² em 2020, concentrando-se no trecho norte do Cabo Orange, onde possui uma formação recente de solo advindo da deposição de sedimentos.

As áreas úmidas obtiveram crescimento em sua área total decorrente da erosão causada pelo avanço dos pulsos de maré na faixa de costa do Cabo Cassiporé, sendo sua área total de 157 km², como destaca a listra em vermelho na Figura 12 de uso e cobertura do solo do Parque Nacional do Cabo Orange. Por fim, a Pastagem no presente ano em análise já é quase inexistente no trecho sul da UC (na foz do rio Cunani), principalmente as fazendas abandonadas que existiam dentro do Parque Nacional do Cabo Orange, restando apenas uma área total de 2.1 km².



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 11. Classificação do Uso e Cobertura do Solo em 2020.

Depois de realizar uma análise temporal das classes do uso e cobertura do solo do Parque Nacional do Cabo Orange, tendo como base os dados das áreas totais de cada classe trabalhadas no presente trabalho (quadro 01), podemos realizar uma avaliação do Parque Nacional do Cabo Orange através do método indireto de avaliação da qualidade visual da paisagem que, de acordo com PIRES (1993), “a valoração é realizada através da desagregação da paisagem e da análise de seus componentes ou das categorias estéticas (elementos da paisagem), de acordo com diferentes juízos de valor” (PIRES, 1993, p. 13).

Deste modo, pode-se dizer que o Parque Nacional do Cabo Orange vem convivendo ao longo dos 40 anos analisados neste trabalho, com as transformações naturais e antrópicas, remodelando toda a sua qualidade visual. Nos dados elaborados através das imagens de satélites processadas pelo MapBiomas em sua Coleção 7.0, podemos destacar o aumento das áreas úmidas e dos mangues, que para a UC é de importância internacional, sendo que o parque foi designado em 2013, pelo Comitê Nacional de Zonas (CNZU), Sítio Ramsar.

O manguezal do Parque Nacional do Cabo Orange é de extrema importância para a manutenção da vida marinha. Esse ecossistema serve como berçário para muitas espécies marinhas, como peixes e crustáceos, e sua vegetação abriga diversas espécies de aves migratórias, que utilizam seus cabos lamosos como local de alimentação e descanso durante suas longas jornadas de migração. Além disso, o manguezal desempenha um papel fundamental na proteção da costa contra a erosão e tem uma função importante na purificação da água, reduzindo a carga de poluentes que chegam ao mar. A conservação desse ecossistema é essencial para garantir a saúde dos ecossistemas costeiros e a manutenção da biodiversidade.

Quadro 1. Área das Classes do Parque Nacional do Cabo Orange em quilômetros quadrados (Km²).

Classe	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Formação Florestal	2.651.055	2.647.731	2.620.986	2.573.625	2.656.550	2.636.002	2.635.914	2.637.040
Formação Campestre	1.462.558	1.459.725	1.498.408	1.472.398	1.417.754	1.423.825	1.433.756	1.400.561
Mangue	148.538	166.861	155.196	145.588	132.772	133.427	135.533	166.014
Áreas Úmidas	75.939	75.567	79.949	45.292	94.963	90.415	121.986	157.084
Hidrografia	34.478	34.479	34.480	134.807	81.480	107.715	62.781	39.798
Pastagem	30.258	18.440	13.470	40.052	19.419	15.366	12.887	2.114

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Além de sua importância ecológica, o Parque Nacional do Cabo Orange também possui um grande potencial turístico devido à sua beleza cênica, com seus manguezais que oferecem um espetáculo visual, podendo também ser observada a rica diversidade de aves migratórias em seu habitat natural proporcionando uma experiência de contato direto com a paisagem e garantindo a conservação desse ecossistema único.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, o Sensoriamento Remoto tem se mostrado uma importante ferramenta para análise da qualidade visual da paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange, através do processamento digital de imagens de satélite e dados de campo onde é possível monitorar a dinâmica da paisagem ao longo do tempo e avaliar as variações ocorridas. Com isso, é possível colaborar com a gestão ambiental e territorial do Parque, identificando intervenções antrópicas, impactos ambientais e suas consequências na qualidade visual da paisagem.

A análise das imagens de uso e cobertura do solo do Parque Nacional do Cabo Orange ao longo dos anos revela mudanças significativas na paisagem e na distribuição das diferentes classes. A Formação Florestal demonstrou ser predominante na UC, com sua área variando ao longo do tempo, mas mantendo-se como a maior classe em todos os anos analisados. A Formação Campestre, por sua vez, apresentou uma área menor em comparação à Florestal, concentrando-se principalmente no trecho central e norte do parque.

O Mangue teve uma presença significativa ao longo da faixa costeira, com uma área variável nos diferentes anos. Embora tenha sofrido algumas reduções, conseguiu se recuperar em alguns períodos, principalmente no trecho norte do Cabo Orange, onde houve formação recente de solo devido à deposição de sedimentos. As Áreas Úmidas também mostraram variações, influenciadas pelo avanço dos pulsos de maré e pelas condições climáticas, com áreas que foram erodidas e outras que se formaram.

A classe de Pastagem foi a que apresentou uma redução mais expressiva ao longo dos anos, especialmente devido às ações dos órgãos fiscalizadores e ao diálogo com as comunidades locais. No entanto, em alguns momentos, observou-se um aumento nas áreas de pastagem mais ao norte, possivelmente como uma estratégia de migração para áreas menos fiscalizadas. A redução das áreas de pasto dentro da UC contribui para a conservação do ambiente natural.

É importante ressaltar que a erosão costeira, causada pelos pulsos de maré, teve um impacto significativo na faixa de costa do parque, levando à perda de vegetação de mangue, florestas e campos. Isso resultou em um aumento das massas hidrográficas e das áreas úmidas, caracterizadas por praias lamosas e espelhos d'água com profundidade inferior a 6 metros. Essas mudanças evidenciam a dinâmica ambiental e as transformações que ocorrem ao longo do tempo.

Em geral, as análises das imagens revelam um panorama complexo das transformações na paisagem do Parque Nacional do Cabo Orange. A Formação Florestal é a classe predominante, mas as demais classes apresentam variações em suas áreas ao longo dos anos, influenciadas por fatores como erosão costeira, mudanças climáticas e ação humana. Essas informações são fundamentais para o monitoramento e o planejamento adequado da conservação e gestão da UC,

visando a proteção e a preservação desse importante patrimônio natural. Recomenda-se que seja feita uma revisão e atualização dos limites do Parque Nacional do Cabo Orange, pois, a partir do ano 2000, esses limites não permitem uma análise e uma boa visualização efetiva das novas áreas formadas e que se consolidaram ao longo do tempo com as deposições sedimentares. No Cabo Orange, onde existe uma grande faixa de mangue e que é uma área úmida de grande importância mundial, não pode ficar à margem das análises de estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- DIOS, C. B; MARÇAL, M. S. Legislação Ambiental e Gestão de Unidades de Conservação: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. In: GUERRA, A. J. T; COELHO, M. C. N. (Org.). **Unidades de Conservação: abordagens e características geográficas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. Ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Texto, 2011.
- FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos básicos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo, 2005.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo, Edgard Blücher, 1989. 308 p.
- PELLEGRINO, GIAMPAOLO QUEIROZ; MORAES, J. M.; VICTÓRIA, R. L. Análise de séries temporais de dados meteorológicos no SGI-IDRISI: avaliação do módulo TSA. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 727-728, 1996.
- PIRES, P. S. **Avaliação da qualidade visual da paisagem na região carbonífera de Criciúma-SC**. Curitiba, 1993. Dissertação (mestrado) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 96 p. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26659/D%20-%20PIRES%2c%20PAULO%20DOS%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 abril 2023.
- PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- SOUZA, Ronald B. d. **Sensoriamento Remoto: conceitos fundamentais plataformas**. Divisão de Sensoriamento Remoto. Santa Maria, RS: INPE, 2010.
- SALGADO, Gabriela. **Integração do Sensoriamento Remoto e sistema de informações geográficas para análise temporal do uso da terra: parque municipal da lagoa do peri, Florianópolis – SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 119. 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84358/189424.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 abril 2023.
- SAUSEN, Tânia Maria. Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais *In*: STEFFEN, C. **Apostila de Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/sensoriamento/pos/download/apostila_sensoriamento.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2023.