



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA - NDAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE BARRAGEM E GESTÃO AMBIENTAL - PEBGA

JULIANA CRISTINA SCHNEIDER

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DE UM FRAGMENTO DA
RPPN SERINGAL TRIUNFO, FERREIRA GOMES - AMAPÁ**

TUCURUÍ/PA

2022

JULIANA CRISTINA SCHNEIDER

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DE UM FRAGMENTO DA
RPPN SERINGAL TRIUNFO, FERREIRA GOMES - AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pará / Campus de Tucuruí, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy

TUCURUÍ/PA

2022

JULIANA CRISTINA SCHNEIDER

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DE UM FRAGMENTO DA
RPPN SERINGAL TRIUNFO, FERREIRA GOMES - AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pará / Campus de Tucuruí, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy

APROVADO EM: 27 /12 / 2021

BANCA EXAMINADORA



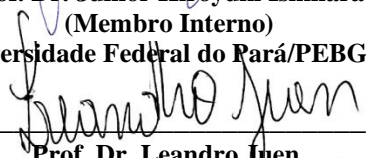
Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy
(Orientador)

Universidade Federal do Pará/INEAF



Prof. Dr. Junior Hiroyuki Ishihara
(Membro Interno)

Universidade Federal do Pará/PEBGA



Prof. Dr. Leandro Juen
(Membro Externo)

Universidade Federal do Pará/ICB

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S358a Schneider, Juliana Cristina.

Análise temporal da cobertura vegetal de um fragmento da RPPN Seringal Triunfo, Ferreira Gomes - Amapá / Juliana Cristina Schneider. — 2022.

52 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,

Campus Universitário de Tucuruí, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Tucuruí, 2022.

1. Unidades de conservação. 2. Sensoriamento remoto. 3. Landsat. 4. NDVI. I. Título.

CDD 620.8

RESUMO

A construção de barragens tornou-se necessário para o desenvolvimento nacional, a região amazônica, por possuir um grande potencial hidroenergético, também foi utilizada para a construção desses empreendimentos. A bacia hidrográfica do rio Araguari possui três hidrelétricas (Coaracy Nunes, Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão) construídas no seu curso médio, no município de Ferreira Gomes, todavia a construção gerou diversos problemas, como perda de territorialidade, dificuldades de subsistência de povoados e a modificação do ambiente. Entretanto, em 1998, houve a promulgação da Reserva Particular do Patrimônio Nacional Seringal Triunfo, este tem por objetivo a conservação da biodiversidade. Portanto, tem-se a necessidade de estudos voltados para o aprimoramento no conhecimento da cobertura vegetal, ocorridas desde a promulgação da RPPN. Neste sentido, o presente estudo buscou compreender se na RPPN houve modificações da cobertura vegetal no período de 2000 a 2015, após sua homologação e com a construção das UHE Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão. Para isso, foram utilizados dados de sensoriamento remoto. Foram utilizadas 12 imagens obtidas dos satélites TM/Landsat-5, ETM+/Landsat 7 e OLI/Landsat-8, delimitando a área de estudo com criação de dois polígonos (*buffer*), um localizado dentro da RPPN e outro adjacente com aproximadamente o mesmo tamanho. Técnicas de processamento digital foram aplicadas nessas imagens com auxílio de *software* com contagem de *pixels*. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi calculado, possibilitando a obtenção da mediana. Os resultados obtidos demonstram que, o processamento das imagens permitiu diferenciar seus elementos constituintes (cobertura vegetal e solo exposto). O cálculo das medianas do NDVI, para as cenas entre os anos 2000 a 2015, na área localizada dentro da RPPN variou entre 0,37 até 0,64 e as medianas da área adjacente variaram de 0,29 até 0,63, assim, a análise estatística demonstrou não haver relação com o passar dos anos ($F_{1,10} = 0,02$ e $P = 0,87$), indicando que durante o período analisado houve uma estabilidade na cobertura vegetal, o mesmo ocorreu para a área adjacente ($F_{1,10} = 0,11$ e $P = 0,74$). Esta estabilidade na área da RPPN, pode estar relacionada a função que a mesma exerce de conservação da natureza e na área adjacente a estagnação do crescimento populacional do município. O uso de imagens advindas de sensores remotos, mostrou-se uma ferramenta de grande valia para a presente pesquisa, mesmo não realizando visita *in loco*, foi possível o cálculo do NDVI. Portanto, recomenda-se para trabalhos futuros a análise do NDVI de anos anteriores a 2000, ou seja, anos anteriores a homologação da RPPN, bem como visitas *in loco*, para a validação dos componentes observados no NDVI, para a classificação de NDVI para a localidade estudada.

Palavras-chave: Unidades de conservação. Sensoriamento remoto. Landsat. NDVI.

ABSTRACT

The construction of dams became necessary for national development, the Amazon region, for having a great hydro-energetic potential, was also used for the construction of these projects. River Araguari's hydrographic basin has three hydroelectric dams (Coaracy Nunes, Ferreira Gomes and Cachoeira Caldeirão) built in its middle course, in the municipality of Ferreira Gomes, however the construction generated several problems, such as loss of territoriality, difficulties in subsistence of villages and the environment modification. However, in 1998, there was the enactment of the Seringal Triunfo National Heritage Private Reserve, which aims to conserve biodiversity. Therefore, there is a need for studies aimed at improving the knowledge of vegetation cover, which have occurred since the enactment of the RPPN. In this sense, the present study sought to understand whether there were changes in the vegetation cover in the RPPN from 2000 to 2015, after its approval and with the construction of UHE Ferreira Gomes and Cachoeira Caldeirão. For this, remote sensing data were used. Twelve images obtained from the TM/Landsat-5, ETM+/Landsat 7 and OLI/Landsat-8 satellites were used, delimiting the study area with the creation of two polygons (buffer), one located within the RPPN and another adjacent with approximately the same size. Digital processing techniques were applied to these images with the aid of pixel counting software. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated, making it possible to obtain the median. The obtained results show that the image processing allowed differentiate its constituent elements (vegetal cover and exposed soil). The calculation of the NDVI medians, for the scenes between the years 2000 to 2015, in the area located within the RPPN ranged from 0,37 to 0,64 and the medians of the adjacent area ranged from 0,29 to 0,63, thus, the statistical analysis showed no relationship with the years ($F_{1,10} = 0,02$ and $P = 0,87$), indicating that during the analyzed period there was a stability in the vegetation cover, the same occurred for the adjacent area ($F_{1,10} = 0,11$ and $P = 0,74$). This stability in the area of the RPPN may be related to the role it plays in nature conservation and in the adjacent area to the stagnation of population growth in the municipality. The use of images from remote sensors proved to be a very valuable tool for the present research, even without carrying out an on-site visit, it was possible to calculate the NDVI. Therefore, it is recommended for future work to analyze the NDVI from years prior to 2000, that is, years prior to the approval of the RPPN, as well as on-site visits, for the validation of the components observed in the NDVI, for the NDVI classification to the studied locality.

Keywords: Conservation units. Remote sensing. Landsat. NDVI.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Araguari.....	14
Figura 2 - Usinas Hidrelétricas no rio Araguari-AP.....	15
Figura 3 - Áreas dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas no rio Araguari-AP.....	15
Figura 4 - Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo.....	18
Figura 5 - Período de operação das séries do satélite Landsat	23
Figura 6 - Localização das áreas de estudo	25
Figura 7 - Determinação do quadrante através das coordenadas geográficas	26
Figura 8 - NDVI ano de 2000, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	28
Figura 9 - Relação entre a mediana do NDVI estimado na área de estudo localizada na RPPN Seringal Triunfo entre os anos de 2000 a 2015	29
Figura 10 - Relação entre a mediana do NDVI estimado na área de estudo adjacente a RPPN Seringal Triunfo entre os anos de 2000 a 2015	30
Figura 11 - NDVI ano de 2001, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	47
Figura 12 - NDVI ano de 2002, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	47
Figura 13 - NDVI ano de 2004, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	48
Figura 14 - NDVI ano de 2005, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	48
Figura 15 - NDVI ano de 2006, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	49
Figura 16 - NDVI ano de 2007, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	49
Figura 17 - NDVI ano de 2008, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor.....	50

Figura 18 - NDVI ano de 2009, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor	50
Figura 19 - NDVI ano de 2013, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor	51
Figura 20 - NDVI ano de 2014, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor	51
Figura 21 - NDVI ano de 2015, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Unidades de Conservação.....	17
Tabela 2 - Unidades de Conservação do estado do Amapá.....	17
Tabela 3 - Estudos com o uso do sensoriamento remoto	20
Tabela 4 - Características espectrais dos sensores TM e ETM+	23
Tabela 5 - Características espectrais dos sensores OLI e TIRS	24
Tabela 6 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo da RPPN Seringal Triunfo.....	28
Tabela 6 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo localiza na RPPN Seringal Triunfo.....	289
Tabela 7 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo localizada adjacente a RPPN Seringal Triunfo.....	29
Tabela 8 - Representação dos dados utilizados no presente estudo	45
Tabela 8 - Representação dos dados utilizados no presente estudo	46

LISTA DE SIGLAS

EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICOMI	Indústria e Comércio de Minérios S.A.
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
OLI	Operational Land Imager
NASA	Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TM	Thematic Mapper
UC	Unidade de Conservação
UHE	Hidrelétrica
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Hipótese	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Geral	12
1.2.2 Específicos.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Construção de barragens	13
2.2 Bacia hidrográfica do rio Araguari	13
2.2.1 Usinas Hidrelétricas do rio Araguari	15
2.2 RPPN Seringal do Triunfo.....	17
2.2 Cobertura vegetal	19
2.3 Sensoriamento remoto.....	19
2.3.1 Série de satélites Landsat.....	22
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Área de estudo.....	25
3.2 Obtenção dos dados	26
3.3 Processamento dos dados	26
4. RESULTADOS	28
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO.....	32
REFERENCIAS.....	33
APÊNDICE A	45
APÊNDICE B.....	47

1. INTRODUÇÃO

A construção de barragens traz consigo a premissa do crescimento econômico (PAUL; SINGH; HAZARIKA, 2013), onde o tipo hidrelétrica é o modelo utilizado para a ampliação da economia em países em desenvolvimento (CMB, 2000; VICTORINO, 2007; PAUL; SINGH; HAZARIKA, 2013). Todavia, a sua implantação traz impactos negativos ao meio ambiente (COKER, 2000; BOMBINO; TAMBURINO; ZIMBONE, 2006; BENJANKAR *et al.*, 2012), como, a alteração das características climáticas, hidrológicas, geomorfológicas e impactos na fauna e flora local (PONTES, 2009; PAUL; SINGH; HAZARIKA, 2013; FONTES; GIUDICE; 2021), ocorrendo também a alteração nas dinâmicas sociais, como por exemplo os efeitos na saúde da população, deslocamento de comunidades (PANTOJA; ANDRADE, 2012; PAUL; SINGH; HAZARIKA, 2013; FEARNSSIDE, 2015; SILVA; FERREIRA; TOSTES, 2020; FONTES; GIUDICE; 2021) e impacto na fonte de renda dos moradores advindas da pesca (SANTANA *et al.*, 2014; FEARNSSIDE, 2015; FRANCESCO; CARNEIRO, 2015; SEVERINO; SANTOS; ALBUQUERQUE-CUNHA, 2021).

No Brasil, houveram muitos projetos de instalação de barragens, principalmente na Amazônia (PANTOJA; ANDRADE, 2012; FEARNSSIDE, 2015; OLIVEIRA, 2019). No estado do Amapá, mais especificamente na bacia do rio Araguari, ocorreu a construção da primeira hidrelétrica, denominada Hidrelétrica Coaracy Nunes, está serviu suprir a demanda energética de indústrias da região, sua construção deu início em 1960, porém, sua operação somente em 1976 (SILVA; LIMA; SILVA, 2016). Atualmente, a bacia do rio Araguari comporta mais duas hidrelétricas, formando assim o complexo hidrelétrico do rio Araguari (CORRÊA, 2018), as três estão localizadas no território do município de Ferreira Gomes (CORRÊA, 2018; OLIVEIRA, 2019), onde a UHE Ferreira Gomes, foi construída em 2010, com operação em 2014 (CORRÊA, 2018) e a UHE Cachoeira Caldeirão, foi construída em 2013, com operação em 2016 (CAE, 2022). Onde a construção dessas hidrelétricas gerou diversos problemas na área de influência direta e indireta, sendo estes de diversas ordens e magnitudes, como por exemplo a perda de territorialidade, dificuldades de subsistência de povoados e a modificação do ambiente (CORRÊA, 2018; OLIVEIRA, 2019; BRITO; BASTOS; SANTOS, 2020).

Com a construção da UHE Coaracy Nunes, ocorreu a inundação nas duas margens do rio, uma área de cerca de 3.000 hectares, onde a vegetação constituía maior parte de mata virgem, mata ciliar de vários afluentes e campos de cerrados, um proprietário de uma área remanescente localizada a margem esquerda do rio, em 1998 entrou com um pedido para a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), com o objetivo de preservação das espécies

e recursos naturais, para evitar assim o desmatamento da floresta restante, que era composta por floresta densa de terra firme, floresta densa aluvial e campos cerrados (SALVATI, 2004). Portanto, em 10 de julho de 1998 foi instituído pela portaria nº89-N IBAMA a criação da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Seringal Triunfo, sendo esta uma unidade de conservação federal, porém administrada particularmente (MPAP, 2011). No ano de 2010 houve autorização nº001/2009, processo nº: 02070.002444/2010, concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para o licenciamento ambiental do Empreendimento Aproveitamento Hidrelétrico Ferreira Gomes, este causaria impacto ambiental sobre a RPPN Seringal do Triunfo (FEG, 2010), posteriormente, em 2014 houve a construção da UHE Cachoeira Caldeirão (CORRÊA, 2018). Assim, tem-se a necessidade de estudos voltados para o aprimoramento no conhecimento das modificações na cobertura vegetal, ocorridas desde a promulgação da RPPN Seringal Triunfo.

Diante do exposto, nos estudos de cobertura vegetal no espaço terrestre utilizam-se imagens obtidas por sensores remotos (FLORENZANO, 2002; WALDNER *et al.*, 2015; NAVARRO *et al.*, 2016). Os sistemas de sensoriamento remoto, fornecem uma visão sistemática e consistente da superfície terrestre, o que permite o monitoramento em curto e longo prazo das mudanças e impactos causados pela atividade humana (ALBERTI; WEEKS; COE, 2004; AUCH; TAYLOR; ACEVEDO, 2004; SHOWENGERDT, 2006). Sendo assim, são amplamente utilizadas para detecção de mudanças na cobertura vegetal (ROGAN; CHEN, 2004; KENNEDY; COHEN; SCHROEDER, 2007; LHERMITTE *et al.*, 2011; SCHROEDER *et al.*, 2011; GRIFFITHS *et al.*, 2012). Os dados obtidos, via sensoriamento remoto, são uma alternativa às pesquisas de campo, que, muitas vezes, são trabalhosas, caras e limitadas em alcances temporal e espacial (ARANTES, 2014). Enfatiza-se ainda que, o sensoriamento remoto possibilita a ampliação das informações espaciais nos estudos ambientais, possibilitando o detalhamento sobre o uso e ocupação do solo (FRIEDL *et al.*, 2002; ZHAN *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2018), sendo assim uma ferramenta poderosa para ser usada no monitoramento e mapeamento de mudança na cobertura vegetal (LIANG; WANG, 2020).

Neste sentido, o estudo aqui apresentado, busca avaliar se houveram modificações na cobertura vegetal em uma área na RPPN Seringal Triunfo desde a sua promulgação, utilizando dados provenientes de sistemas de sensoriamento remoto, ou seja, utilização de imagens de satélites. Compreender as mudanças, bem como observar a sua extensão é de suma importância, pois permite traçar limites onde as modificações alcancem pontos irreversíveis.

1.1 Hipótese

Após a promulgação da RPPN a cobertura vegetal entre os anos de 2000 a 2015, manteve-se estável mesmo após a construção da UHE Cachoeiro Caldeirão e Ferreira Gomes?

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Análise temporal das mudanças da cobertura vegetal de uma área na Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo, Ferreira Gomes, Amapá.

1.2.2 Específicos

- Analisar a dinâmica temporal da cobertura vegetal em uma área na RPPN Seringal Triunfo, no período de 2000 a 2015.
- Analisar a dinâmica temporal da cobertura vegetal em uma área adjacente a RPPN Seringal Triunfo, no período de 2000 a 2015.
- Comparar os NDVI da área na RPPN e área adjacente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Construção de barragens

Os primeiros reservatórios foram construídos há cerca de 5.000 anos (JANSEN, 1983; BISWAS, 2012), inicialmente, as barragens tinham como objetivo a irrigação, o abastecimento de água potável, a prevenção de cheias e a navegação (VELTROP, 1989; ALTINBILEK, 2002), posteriormente, passaram a serem usadas para a subsistência de pesca, o abastecimento industrial e, atualmente, geração de energia elétrica e de atividades de recreação (VELTROP, 1989; BISWAS, 2012). No Brasil, o desenvolvimento econômico e industrial também se pautou na construção de barragens, onde à priori, o principal objetivo era a geração de energia (ESTEVES, 2011; COSTA; ROCHA, 2017).

No ano de 2020, a matriz energética brasileira advinda de origem hidráulica, correspondeu a 12,6%, esta pode ser definida como o conjunto de fontes de energia disponível, ou seja, disponíveis para os afazeres do dia-a-dia, já a matriz elétrica é definida como conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica, também de origem hidráulica e corresponde a 65,2% no país (EPE, 2022). Porém, a construção de hidrelétricas provoca grandes transformações na paisagem da região onde são instaladas. A viabilidade da construção é definida por pré-requisitos, como por exemplo, a disponibilidade de água e a existência de condições topográficas e geológicas adequadas (COELHO; PEREIRA, 2010). Entretanto, a avaliação do significado socioambiental da construção de uma hidrelétrica, envolve a difícil ponderação de usufruir dos benefícios proporcionados pela geração de energia elétrica e arcar com os impactos negativos decorrentes da implantação do empreendimento (BRASIL, 2006).

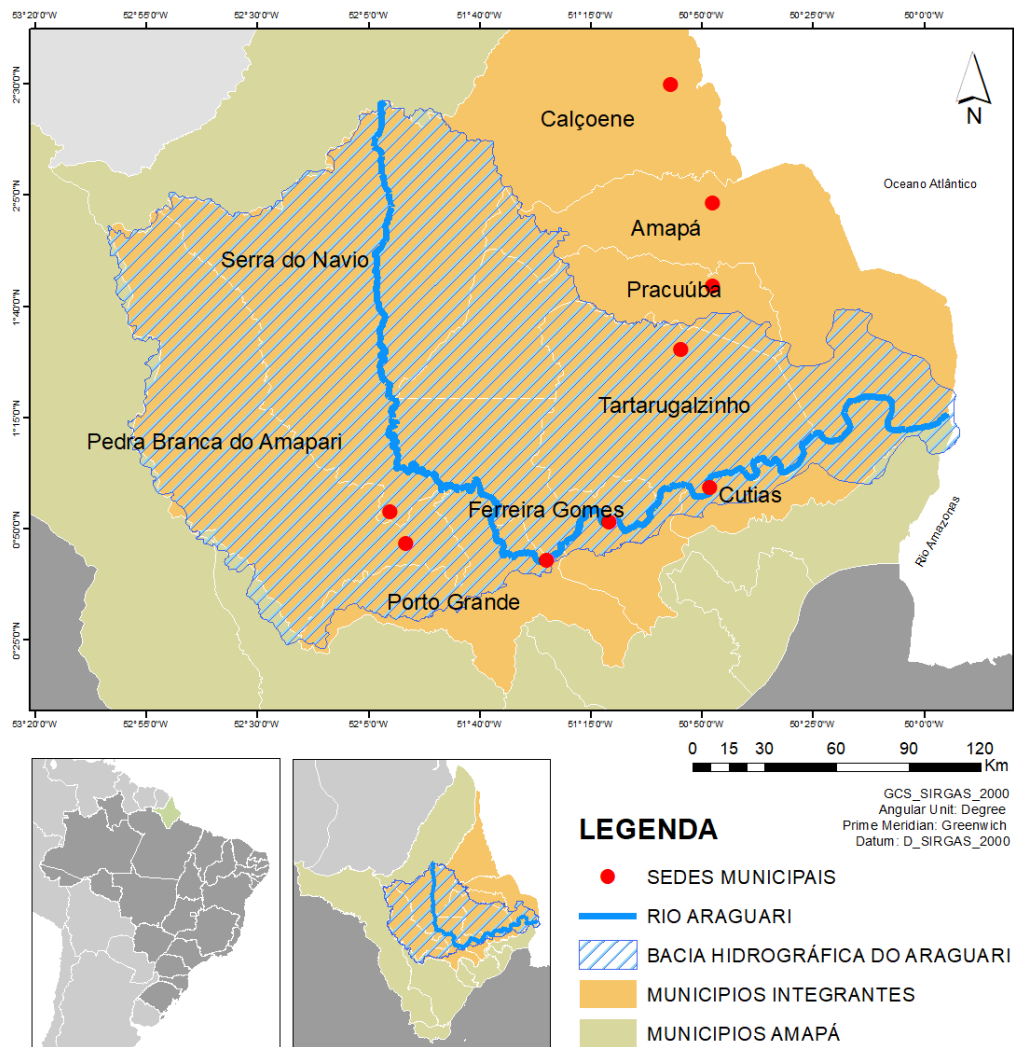
Para a manutenção da matriz energética brasileira, foi necessário a expansão da exploração da hidroenergia, em 2007 a Amazônia era detentora de 52% do potencial hidroenergético do país (TUNDISI, 2007), portanto, a Amazônia é considerada a nova fronteira hidrelétrica do Brasil (CASTILHO, 2019). Tornando assim, um grande desafio conciliar a produção de hidroeletricidade com a preservação da região amazônica e da biodiversidade (TUNDISI, 2007).

2.2 Bacia hidrográfica do rio Araguari

A bacia hidrográfica do rio Araguari corresponde a maior e mais importante bacia do estado do Amapá (CUNHA; BRITO; CUNHA, 2010; CORRÊA, 2018), com ocupação de 32%

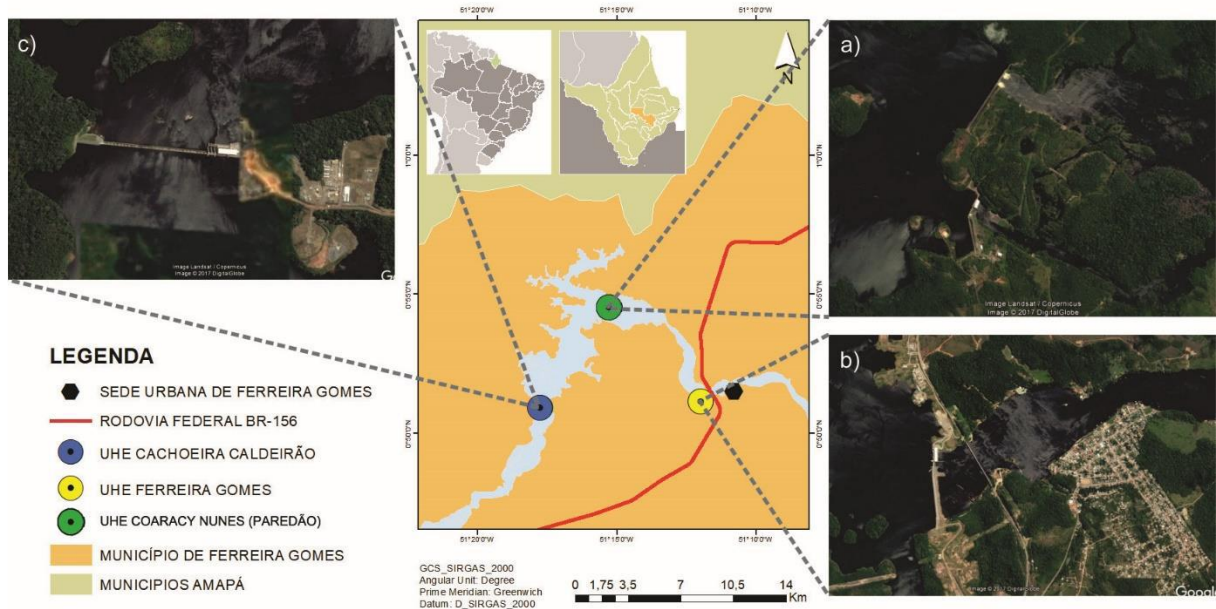
do território do estado, com aproximadamente 45 mil km² de área de drenagem e 618 km de extensão (figura 1) (SEMA, 2022), pertencendo ao território de 11 municípios, são eles: Amapá, Calçoene, Cutias, Ferreira Gomes, Itaubal, Macapá, Pedra Branca do Amapari, Porto Grande, Pracuúba, Serra do Navio e Tartarugalzinho, possuindo vegetação do tipo floresta amazônica, savana e vegetação costeira, apresenta também áreas protegidas, representada por Unidades de Conservação (UC) e uma Terra Indígena, no que condiz as UC encontra-se a RPPN Seringal Triunfo (JÚNIOR *et al.*, 2021), objeto deste estudo. Atualmente, nesta bacia hidrográfica, encontram-se construídas e em operação três usinas hidrelétricas: Coaracy Nunes, Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão, todas no território do município de Ferreira Gomes (figura 2) (CORRÊA, 2018), todavia o reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão perpassa ao território do município de Porto Grande (figura 3) (SEMA, 2019; CAE, 2022).

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Araguari



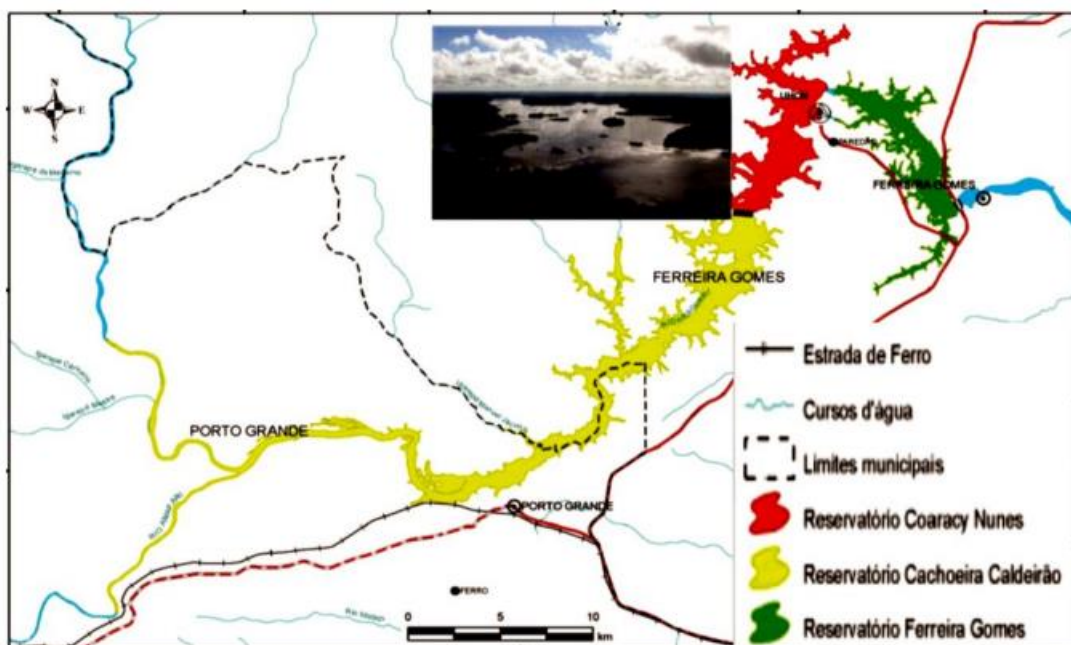
Fonte: CORRÊA (2018).

Figura 2 - Usinas Hidrelétricas no rio Araguari-AP



Fonte: CÔRREA (2018).

Figura 3 - Áreas dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas no rio Araguari-AP



Fonte: MEDEIROS; NETO (2016).

2.2.1 Usinas Hidrelétricas do rio Araguari

A construção dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Araguari, teve como projeção o potencial do trecho médio e baixo do rio (CORRÊA; PORTO, 2017). Assim, a construção da UHE Coaracy Nunes, ocorreu em 1960 no trecho médio, todavia, sua operação teve início apenas em 1975, sendo este, o reservatório mais antigo da Amazônia, com um total

de 23,5 km² de área alagada (OLIVEIRA *et al.*, 2013), com geração de energia de aproximadamente 76 kW de potência (CUNHA; BRITO; CUNHA, 2010; SEMA, 2019), a UHE está localizada nas seguintes coordenadas geográficas 00°51'09,666°N/51°17'42,031°W (SEMA, 2019). A priori a construção dessa UHE, teve como objetivo suprir a demanda de energia da Indústria e Comércio de Minérios S.A. (ICOMI), posteriormente a hidrelétrica foi integrado ao sistema nacional de distribuição de energia (CORRÊA, 2018).

Durante o período de implementação da UHE não havia exigências de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), bem como do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), estes passaram a ser exigidos a partir da Constituição de 1988 (FARIA, 2006). Assim, não foi possível prever ou mensurar antecipadamente, impactos ambientais gerados e a população atingida no período da construção (CORRÊA, 2018). Todavia, o rio Araguari ao longo dos anos sofreu influências antrópicas, advindas do processo de urbanização desordenada devido a construção da UHE Coaracy Nunes (CUNHA; BRITO; CUNHA; 2010), modificando assim, nos últimos 60 anos o ambiente (BRITO; BASTOS; SANTOS, 2020).

A partir de 2010 teve início a construção da segunda hidrelétrica na bacia do rio Araguari no trecho baixo, a UHE Ferreira Gomes, com operação iniciada em 2014 (CORRÊA, 2018), possuindo uma área alagada de 17,72 km² e potência 252 MW, também localizada no município de Ferreira Gomes, com as seguintes coordenadas geográficas 51°11'41,071°W/00°51'20,126°N (FEG, 2022). Na etapa de obtenção de licença ambiental, o relatório gerado contém que a RPPN Seringal Triunfo seria afetada pelo empreendimento (FEG, 2010), como sua construção ocorreu após a promulgação da Constituição de 1988, tornou-se obrigatório a apresentação do EIA e do RIMA. E por fim, em 2014 foi construída a terceira UHE do rio Araguari denominada de Cachoeira Caldeirão, com operação iniciada em 2016 (CORRÊA, 2018), a área do reservatório é de 47,99 km² e potência de 219 MW, com as seguintes coordenadas geográficas 00°51'08,976°N/51°17'41,971°W (SEMA, 2019), com áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, onde 55% pertence ao município de Ferreira Gomes e 45% a Porto Grande, (ECOTUMUCUMAQUE, 2013; FURTADO; FERREIRA; YOKOMIZO, 2017), sendo essas áreas discriminadas na apresentação do EIA e do RIMA do empreendimento (ECOTUMUCUMAQUE, 2013). No ano de 2015, houve um impacto ambiental na abertura das comportas, ocorreu a elevação do rio Araguari, chegando a 5,5 metros, atingindo 2,3 metros acima do considerado para a região (PACHECO, 2015). A RPPN Seringal do Triunfo está localizada ao longo do trecho do reservatório desta UHE (MPAP, 2011).

2.2 RPPN Seringal do Triunfo

O Brasil no que condiz a criação de Unidades de Conservação (UC), possui um histórico antigo, pois em 1876 já houve propostas de criação de parques nacionais, fato ocorrido antes da constituição de 1988, sendo que os primeiros parques surgiram apenas em 1930 e a divisão das categorias das áreas naturais em 1990 (DRUMMOND; FRANCO; OLIVEIRA, 2010). As Unidades de Conservação (UC) são definidas como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” de acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, criando assim, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as UC podem ser organizadas em dois grupos: as unidades de proteção integral, com cinco categorias e as unidades de uso sustentável, com sete categorias (tabela 1) (BRASIL, 2000). O estado do Amapá possui no total 19 unidades de conservação divididas nas duas categorias (tabela 2) (MPAP, 2011; SEMA, 2022).

Tabela 1 - Tipos de Unidades de Conservação

Unidades de Proteção Integral	Unidades de uso sustentável
	Área de Proteção Ambiental
Estação Ecológica	Área de Relevante Interesse Ecológico
Reserva Biológica	Floresta Nacional
Parque Nacional	Reserva Extrativista
Refúgio de Vida Silvestre	Reserva de Fauna
Monumento Natural	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: BRASIL (2000); ICMBio (2022)

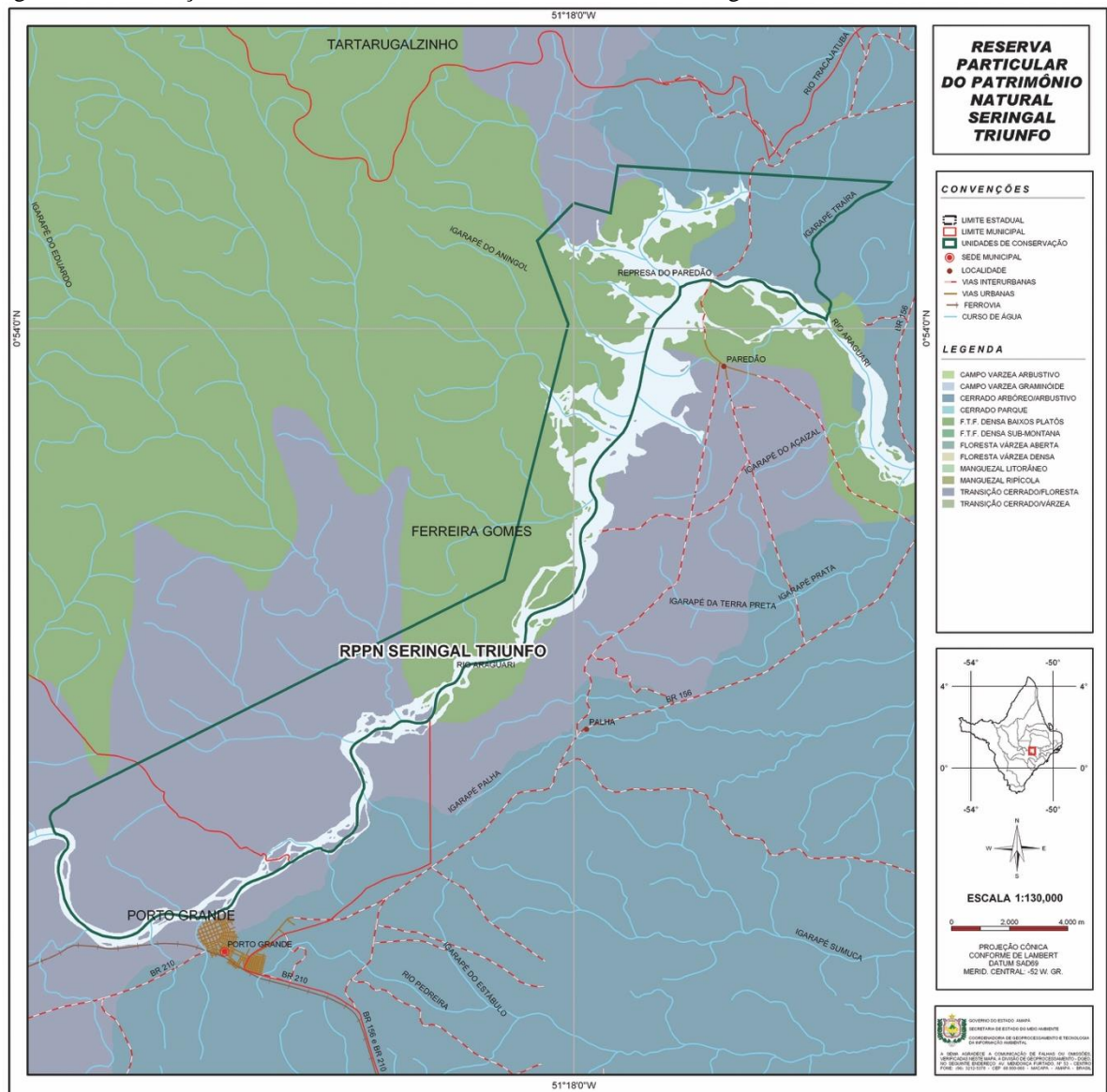
Tabela 2 - Unidades de Conservação do estado do Amapá

Unidades de Proteção Integral	Unidades de uso sustentável
Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque	Floresta Estadual do Amapá
Parque Nacional do Cabo Orange	Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio
Reserva Biológica do Lago Piratuba	Iratapuru
Estação Ecológica do Jari	Reserva Extrativista do Rio Cajari
Estação Ecológica Maracá-Jipiôca	Floresta Nacional do Amapá
Parque Natural Municipal do Cancão	Reserva Extrativista Municipal Beija-Flor Brilho de
Reserva Biológica do Parazinho	Fogo
Reservas Particulares do Patrimônio Natural: Retiro	Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú
Paraíso; Revecom, Retiro Boa Esperança, Aldeia	Área de Proteção Ambiental da Fazendinha
Ekinox e Seringal Triunfo	

Fonte: MPAP (2011); SEMA (2022)

A RPPN Seringal Triunfo objeto deste estudo, está incluída na unidade de uso sustentável, que tem por objetivo conciliar a preservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (ICMBio, 2022), esta RPPN foi homologada devido ao interesse de seu proprietário (SALVATI, 2004), ocorreu em 10 de julho de 1998, instituída pela portaria nº89-N IBAMA (SEMA, 2008; MPAP, 2011), fica localizada na margem esquerda do rio Araguari, compreende o território dos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, com uma área de 9.996,16 ha, sua vegetação é composta por floresta densa de terra firme, floresta densa aluvial e campos cerrados, o terreno é plano e está sujeito as inundações periódicas do rio Araguari (figura 4) (SEMA, 2008). No período de construção da UHE Ferreira Gomes, o EIA/RIMA apresentado demonstra que a RPPN Seringal Triunfo seria afetada pelo empreendimento (FEG, 2010).

Figura 4 - Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo



Fonte: MPAP, 2011.

2.2 Cobertura vegetal

Paisagem pode ser determinada como o conjunto de elementos, dos quais os processos naturais e a utilização dos mesmos pelo homem, o compõem. Portanto, compreender a paisagem implica no conhecimento de inúmeros fatores, como por exemplo, o clima, o relevo, a estrutura ecológica, o uso do solo, a fauna, a flora e a cobertura vegetal (CASTRO; CUNHA; SANTOS, 2008). Sendo este último, cobertura vegetal, o foco deste estudo. As modificações na paisagem, podem ser advindos de impactos físicos, como a diminuição da correnteza; biológicos, relacionado ao impedindo da migração dos peixes e alterações na qualidade da água (SOUSA, 2000; FEARNSSIDE, 2019).

A cobertura vegetal é parte integrante da paisagem, está podendo ser de tipos ou formas de vegetação de origem natural ou plantada pelo homem, recobrando um determinado espaço no qual é de extrema importância para proteção do meio ambiente (GIAMBELLUCA, 2002), funcionando assim como um telhado, diminuindo impactos, como por exemplo causado pelas chuvas e ventos, protegendo o solo da erosão e as raízes das árvores equilibrando a temperatura (SÁ; LEITE; FILHO, 2020). Sendo assim, para a melhor compreensão dos processos que ocorrem na natureza, tem-se que o estudo da paisagem, deve abranger a interação mútua entre os elementos em diferentes escalas temporais e espaciais (GUERRA; MARÇAL, 2006), podendo para isto ser utilizado o sensoriamento remoto, este tornou-se um instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos de conservação dos recursos hídricos (BATAGIN, 2017), monitoramento, planejamento e gestão das unidades de conservação (ASSIS, 2002; BARBOSA *et al.*, 2005; PENONI *et al.*, 2017; FILHO, 2018), bem como no mapeamento de cobertura vegetal (XIE; SHA; YU, 2008), além do planejamento de políticas de estruturação de territórios sustentáveis e definição de cenários futuros (MENESES *et al.*, 2013). Portanto, para compreender as atuais condições ambientais e os padrões de vida torna-se necessário a análise da cobertura vegetal, sendo este um importante indicador geoambiental (ALMEIDA; CUNHA; NASCIMENTO, 2012).

2.3 Sensoriamento remoto

Na compressão dos fatores locais, as pesquisas de campo tornam-se fundamentais (SCHROEDER; COHEN; YANG, 2007), entretanto estudos de longo prazo, necessitam de observações de campo, por muitos anos, e isso requer contingente de pessoas, equipamentos e financeiro (HALL *et al.*, 1991), todavia essas limitações podem ser superadas, através de

informações obtidas por meio do sensoriamento remoto (SCHROEDER; COHEN; YANG, 2007). Que pode ser definido como: obtenção de imagens da superfície terrestre, por meio da detecção e medição quantitativa, na resposta da interação da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES, 2012).

A rápida transformação espaço-temporal da paisagem devido a implantação de um empreendimento hidrelétrico, implica em mudanças no uso e ocupação do solo, bem como cobertura vegetal, com isso é necessário a utilização de dados de fontes confiáveis, para o seu mapeamento e monitoramento, portanto dados de sensoriamento remoto, pelo caráter sinóptico e alta frequência de aquisição, são fontes confiáveis para satisfazer a essas necessidades (COELHO, 2008). Além disso, são fontes acessíveis para obtenção de dados (LEITE; ROSA, 2012), pois tais imagens permitem a visualização e identificação direta, dos elementos ali geometricamente apresentados. Portanto, os sistemas de ferramentas computacionais são eficientes para a obtenção e tratamento dos dados, permitindo relaciona-los a outros fenômenos, além disso, possibilita uma avaliação da evolução espacial e temporal da paisagem (RODRIGUES *et al.*, 2014). Tais técnicas de geoprocessamento, são de grande valia para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água (BATAGIN, 2017). Além disso, o aspecto multitemporal dessas imagens permite acompanhar as transformações do espaço ao longo do tempo (FLORENZANO, 2002). O sensoriamento remoto é muito utilizado em estudos do uso e ocupação do solo e na compreensão da dinâmica da cobertura vegetal, em barragens, em unidades de conservação bem como outras localidades (tabela 3).

Tabela 3 - Estudos com o uso do sensoriamento remoto

(continua)			
Estudo	Ano	Autor	Resultado principal
	2007	Schroeder, Cohen e Yang	Identificação dos locais com maior rendimento florestal, no oeste de Oregon.
	2012	Zhao <i>et al.</i>	Permitiu caracterizar as mudanças na paisagem e as alterações hidrológicas associadas à construção de barragens na província de Yunnan, China.
Cobertura vegetal	2015	Neto <i>et al.</i>	Permitiu caracterizar a cobertura florestal de seis unidades de conservação da natureza no município de Três Rios/RJ.
	2019	Silva <i>et al.</i>	O sensoriamento remoto promoveu monitoramento espaço-temporal adequado, destacando principalmente o período classificado como climaticamente seco através do albedo e índices de vegetação, município de Arcoverde/PB.

Fonte: Própria autoria (2022).

Tabela 4 - Estudos com o uso do sensoriamento remoto

(continua)

Estudo	Ano	Autor	Resultado principal
Cobertura vegetal	2019	Ventura, Miranda e Silva	Os resultados mostraram um cenário de crescente desmatamento e manifestação dos processos erosivos, que culminaram na degradação da Área de Preservação Permanente (APP) no rio Ceará, município de Caucaia/CE.
	2020	Farias	Foi possível monitorar as supressões vegetais nas Áreas de Preservação Permanente utilizando produtos do sensoriamento remoto, na divisa dos estados RS e SC.
	2006	Bittencourt, Batista e Catelani	Sensoriamento permitiu a geração do mapa da cobertura vegetal natural e o uso da terra das margens do rio Paraíba de Caçapava, São Paulo.
	2006	Baessler e Klotz	Sensoriamento permitiu analisar que a dinâmica agrícola e as mudanças associadas na estrutura das manchas de habitat afetam a composição e distribuição das espécies na paisagem na Alemanha Central.
	2010	Vaeza <i>et al.</i>	Permitiu a criação da Carta de Uso e Ocupação do Solo em nível detalhado da Bacia do Arroio dos Pereiras, Irati-PR.
Uso e ocupação do solo	2010	Vanzela, Hernandez e Franco	Concluíram que as áreas ocupadas por matas e pastagens (com menor intensidade) favoreceram a disponibilidade e a qualidade da água na Sub-Bacia.
	2010	Zhao, Liu e Dong	Estudo da terra proporcionou analisar que este mudou muito durante e após a construção da barragem, em Yunnan, China.
	2011	Taura <i>et al.</i>	Permitiu analisar que no rio São Francisco apresentam uma grande mudança de uso e cobertura do solo causada pela pressão das atividades humanas nos últimos 20 anos.
	2012	Paula, Cabral e Martins	A utilização das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento contribuem significativamente na análise da caracterização da bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica de Energia de Caçu/GO.

Fonte: Própria autoria (2022).

Tabela 5 - Estudos com o uso do sensoriamento remoto

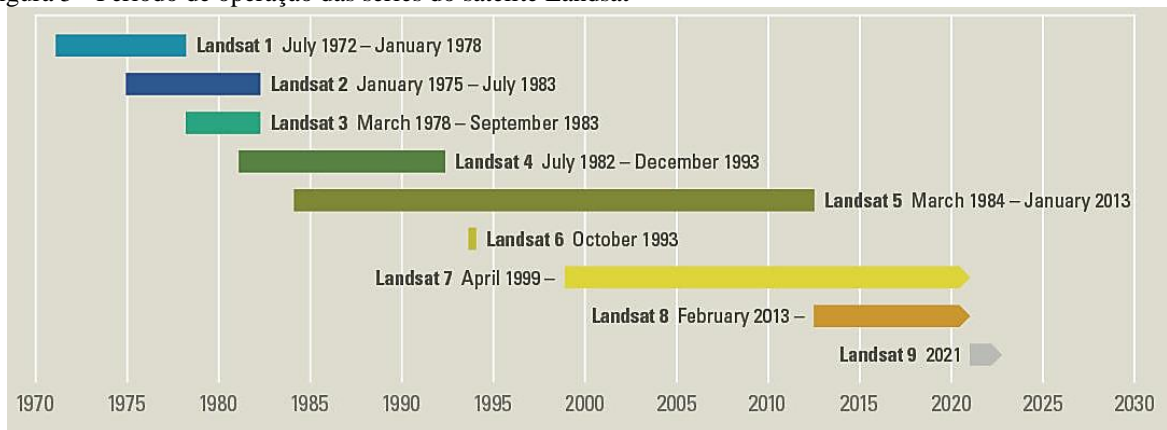
			(conclusão)
Estudo	Ano	Autor	Resultado principal
Uso e ocupação do solo	2013	Menezes <i>et al.</i>	Os resultados destacam a ocupação de áreas florestais e agrícolas nos três momentos (décadas de 1980/95, 1995/2010 e 1980/2010) em Portugal.
	2016	Almeida	De acordo com os resultado obtidos, é possível inferir que os assentamentos rurais tiveram significativa mudança no uso do solo no intervalo de 11 anos, no norte de Minas Gerais.
	2017	Batagin	Permitiu analisar o uso e ocupação do solo, evolução das áreas urbanas e APP em uma microbacia córrego do Itaperu/Itapocu, no município de Piracicaba/SP.

Fonte: Própria autoria (2022).

2.3.1 Série de satélites Landsat

Para estudos da superfície, o satélite mais utilizado é o tipo *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat) (ARANTES, 2014), este é exclusivo para a observação dos recursos naturais terrestres, sendo gerenciada pela NASA e USGS e com séries ativas e utilizadas até hoje (EMBRAPA, 2021; INPE, 2021; NASA, 2021; USGS, 2021a). Atualmente, há nove séries Landsat, porém, devido ao seu período de operação (figura 5) e qualidade do sensor a bordo do satélite, os mais utilizados na obtenção de dados para estudos ambientais são as séries Landsat-5, Landsat-7 e Landsat-8. A série Landsat-5 apresenta sensor do tipo Thematic Mapper (TM), este é utilizado em mapeamentos de recursos naturais, pois possuem separação espectral adequada (EMBRAPA, 2021), dispondo de sete bandas espectrais, cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captado pelo satélite, com resolução espacial de 30 metros (onde, cada "pixel" da imagem representa uma área no terreno de 0,09 ha), e dados obtidos em 8 bits (tabela 4) (INPE, 2021). A série Landsat 7, possui sensor do tipo Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), este ampliou e ofereceu eficiência comparadas em versões anteriores, todavia manteve os valores espectrais do sensor TM (tabela 4), porém ampliou a resolução espacial da banda 6 (infravermelho termal) para 60 metros, além de tornar a banda pancromática operante e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução (EMBRAPA, 2021).

Figura 5 - Período de operação das séries do satélite Landsat



Fonte: USGS (2021a), adaptado pelo autor.

Tabela 6 - Características espectrais dos sensores TM e ETM+

(continua)

Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas TM e ETM+ dos satélites LANDSAT 5 e 7
1 - Azul	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenoides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2 - Verde	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3 - Vermelho	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4 - Infravermelho próximo	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.

Fonte: EMBRAPA (2021); INPE (2021); USGS (2021b; 2021c), adaptado pelo autor.

Tabela 4 - Características espectrais dos sensores TM e ETM+

(conclusão)		
Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas TM e ETM+ dos satélites LANDSAT 5 e 7
5 - infravermelho médio	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6 - infravermelho termal	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7 - infravermelho médio	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Fonte: EMBRAPA (2021); INPE (2021); USGS (2021b; 2021c), adaptado pelo autor.

Já o Landsat 8 possui dois sensores, o Operational Land Imager (OLI) com bandas multiespectrais 1-7 e o Thermal Infrared Sensor (TIRS) com bandas termais 10-11 (tabela 5) (USGS, 2021d), possui resolução radiométrica de 16 bits e resolução espacial de 15, 30 e 100 metros dependendo da banda espectral, a radiometria a bordo do Landsat 8, permite uma quantidade maior de informações por *pixel* (FILHO *et al.*, 2021). Portanto, a utilização de dados obtidos do satélite Landsat, traz benefícios quando abordamos por exemplo, o monitoramento da caracterização da cobertura da terra, bem como as mudanças que ocorrem, onde o Landsat apresenta como características série temporal longa, resolução espacial dos dados, evolução dos sensores permitindo melhores medições espectrais e informações acessíveis, tornando possível adquirir e analisar extensa quantidade de dados (COHEN; GOWARD, 2004).

Tabela 7 - Características espectrais dos sensores OLI e TIRS

Bandas	Intervalo Espectral (μm)	Resolução Espacial (metros)
1 - Costeira/Aerosol	0,43 - 0,45	30
2 - Azul	0,45 - 0,51	30
3 - Verde	0,53 - 0,59	30
4 - Vermelho	0,64 - 0,67	30
5 - Infravermelho próximo	0,85 - 0,88	30
6 - SWIR 1	1,57 - 1,65	30
7 - SWIR 2	2,11 - 2,29	30
8 - Pancromática	0,50 - 0,68	15
9 - Cirrus	1,36 - 1,38	30
10 - Infravermelho Termal (TIRS) 1	10,60 - 11,19	30/100
11 - Infravermelho Termal (TIRS) 2	11,50 - 12,51	30/100

Fonte: USGS (2021d), adaptado pelo autor.

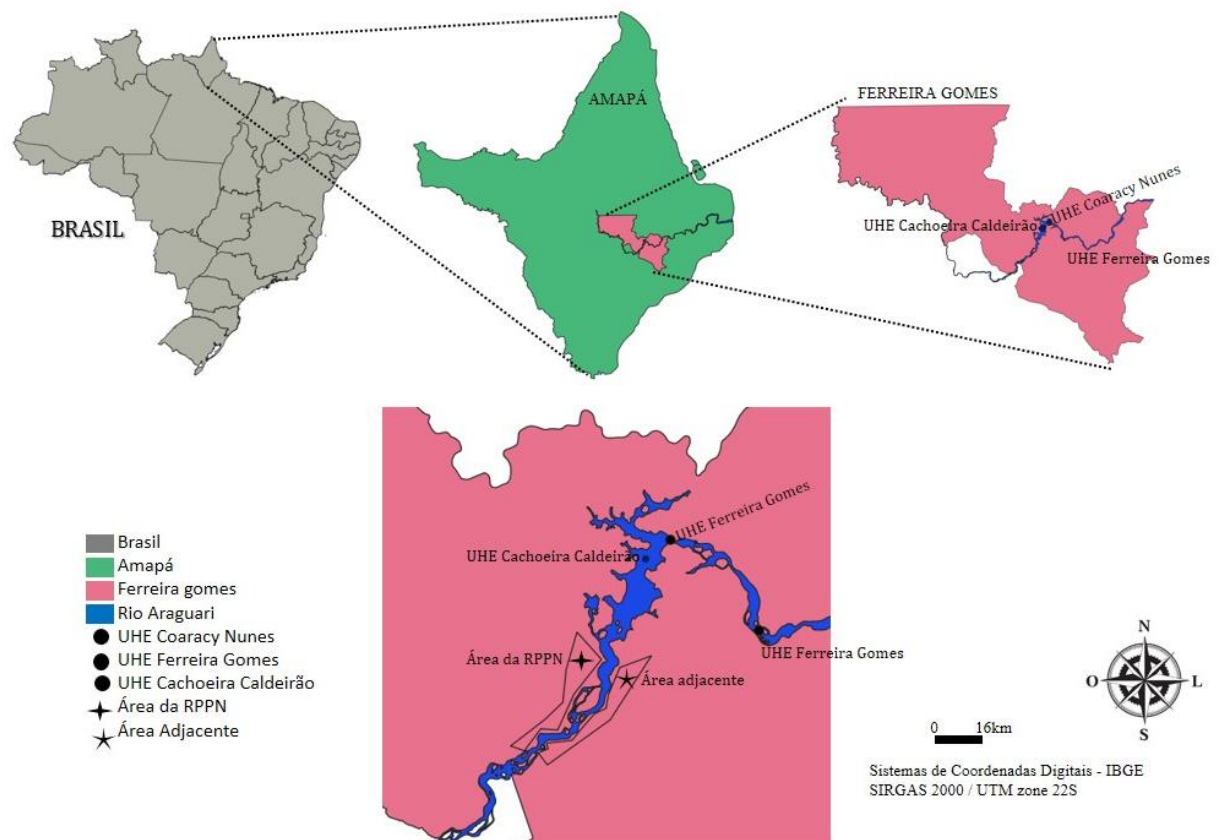
3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

As áreas de estudo são compostas de dois fragmentos, um fragmento de 8.600m² localizado dentro da RPPN Seringal Triunfo, na margem esquerda rio Araguari e um fragmento adjacente de 8.300m², localizado a margem direita do rio Araguari, porém estando fora dos limites da RPPN (figura 6), todavia, ambos fragmentos estão dentro do limite territorial do município de Ferreira Gomes. A formação vegetacional da RPPN Seringal Triunfo, pertence ao bioma Amazônia (IBGE, 2022), com floresta densa de terra, floresta densa fluvial e campos cerrados (SALVATI, 2004; SEMA, 2008), predomina o clima tropical chuvoso, com temperatura máxima de 32,6°C e mínima de 20°C (PDFG, 2013).

O município de Ferreira Gomes possui 5.802 habitantes (IBGE, 2022), sua economia está baseada agricultura, pecuária e pesca no setor primário, ecoturismo em ascensão no setor secundário e prestação de serviços públicos e privado no setor terciário (PMFG, 2022).

Figura 6 - Localização das áreas de estudo

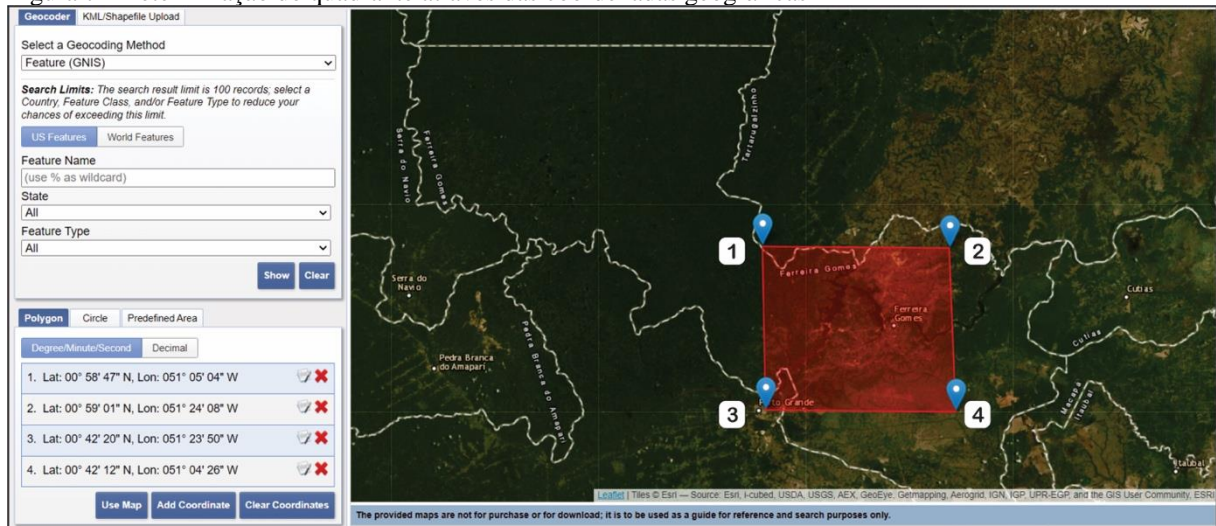


Fonte: Própria autoria (2022).

3.2 Obtenção dos dados

Os dados do presente estudo, foram obtidos gratuitamente na plataforma Earth Explorer da United Geological Survey (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), utilizando o satélite do tipo Landsat, sendo este dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres, as séries Landsat-5, Landsat-7 e Landsat-8 foram selecionadas com base no seu período de operação (Figura 5), apresentando também um período de revisita (observação) da mesma área a cada 16 dias (INPE, 2021). A determinação do quadrante (figura 7) foi baseada nas áreas de estudo (figura 6), consideramos o espaço temporal a partir de 2000, pois somente em 1998 houve a promulgação da RPPN Seringal Triunfo (MPAP, 2011), foco deste trabalho, e até o ano 2015 devido a qualidade das imagens apresentadas, as 12 cenas utilizadas para análise dos dados encontram-se na tabela 6 (Apêndice A) com descrição dos anos, meses e a identificação de acordo com a série Landsat utilizada.

Figura 7 - Determinação do quadrante através das coordenadas geográficas



Fonte: USGS (2021), adaptado pelo autor.

3.3 Processamento dos dados

O processamento dos dados, deu-se com o uso do *software* Quantum GIS (QGIS) versão 3.16.14, pois este é livre distribuído com a licença GPL (GNU *General Public License*), onde utilizou-se a base cartográfica contínua versão 2019, disponível publicamente e gratuitamente no banco de dados do IBGE (<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>) em formato vetorial (arquivos shapefile), na escala 1:250.000. Para a obtenção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), equação 1, utilizou-se as bandas 3 (vermelho)

e 4 (infravermelho próximo) do Landsat-5 e Landsat-7, e as bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) do Landsat-8, estas forem selecionadas conforme suas características descritas nas tabelas 4 e 5.

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

onde NIR e RED são respectivamente, infravermelho próximo e vermelho do espectro eletromagnético de objetos na superfície terrestre.

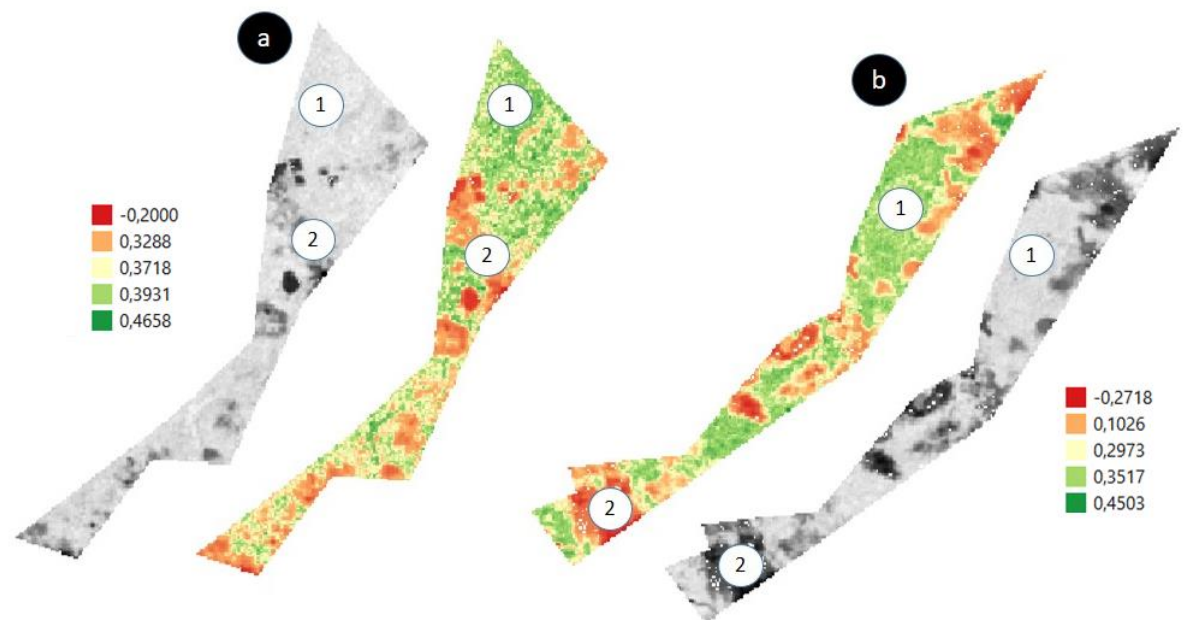
Portanto, o NDVI proposto por Rouse *et al.* (1974), mostra o vigor da vegetação, pois constitui de valores que variam entre -1 a +1, onde os valores negativos representam os solos desprovidos de qualquer cobertura vegetal, como por exemplo, nuvens, espelho da água e afloramento rochosos. Os valores positivos caracterizam, presença de vegetação, onde quanto maior for o valor, mais densa é a cobertura vegetal (TUCKER, 1979; LIU, 2006). Assim, após o cálculo do NDVI total, realizou-se a correção geográfica para SIRGAS 2000/UTM 22S (EPSG: 31982), seguida do recorte das imagens de acordo com o tamanho dos dois fragmentos das áreas de estudo (figura 5), ou seja, de acordo com o polígono (*buffer*) criado, neste optamos por retirar o corpo d'água, para que não houvesse interferência na análise do NDVI, pois cada cena obtida abrange uma área de 185 x 185 km, havendo assim a necessidade de recorte.

Com o auxílio do *software*, calculou-se a mediana para as 12 cenas, pois de acordo com Correa (2003) e Azevedo (2016), a mediana representa a medida de tendência central que divide a distribuição em duas partes iguais, ou seja, é o valor que fica no meio da série ordenada. Na análise estatística, realizou-se a regressão linear simples, esta permite verificar se há existência de relação de uma única variável independente (variável x) com uma variável dependente (variável y) (AZEVEDO, 2016). Na presente pesquisa, considerou-se como variável independente os anos e a variável depende a mediana calculada.

4. RESULTADOS

O processamento das imagens permitiu diferenciar as áreas com presença de vegetação e também as áreas com solo exposto, como a representada na figura 8, em ambas as áreas analisadas nos anos de 2000 a 2015 (Apêndice B). As medianas do cálculo do NDVI para as cenas entre os anos 2000 a 2015 variaram entre 0,37 até 0,64 (tabela 8), da área na RPPN Seringal Triunfo, e as medianas da área adjacente variaram de 0,29 até 0,63 (tabela 9). O valor de NDVI na área de estudo localizada dentro da RPPN não apresentou relação com o passar dos anos ($F_{1,10} = 0,02$ e $P = 0,87$), indicando que durante os anos analisados não houve mudanças significativas na cobertura vegetal (figura 9). Na área adjacente o valor de NDVI também não apresentou mudanças significativas na cobertura vegetal ($F_{1,10} = 0,11$ e $P = 0,74$, figura 10).

Figura 8 - NDVI ano de 2000, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



Legenda:

- 1 – vegetação;
- 2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Tabela 8 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo localizada na RPPN Seringal Triunfo

Ano	Mediana
2000	0,37
2001	0,64
2002	0,39
2004	0,58
2005	0,57
2006	0,65

(continua)

Fonte: Própria autoria (2022)

Tabela 8 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo localizada na RPPN Seringal Triunfo

(conclusão)

Ano	Mediana
2007	0,60
2008	0,61
2009	0,67
2013	0,51
2014	0,50
2015	0,46

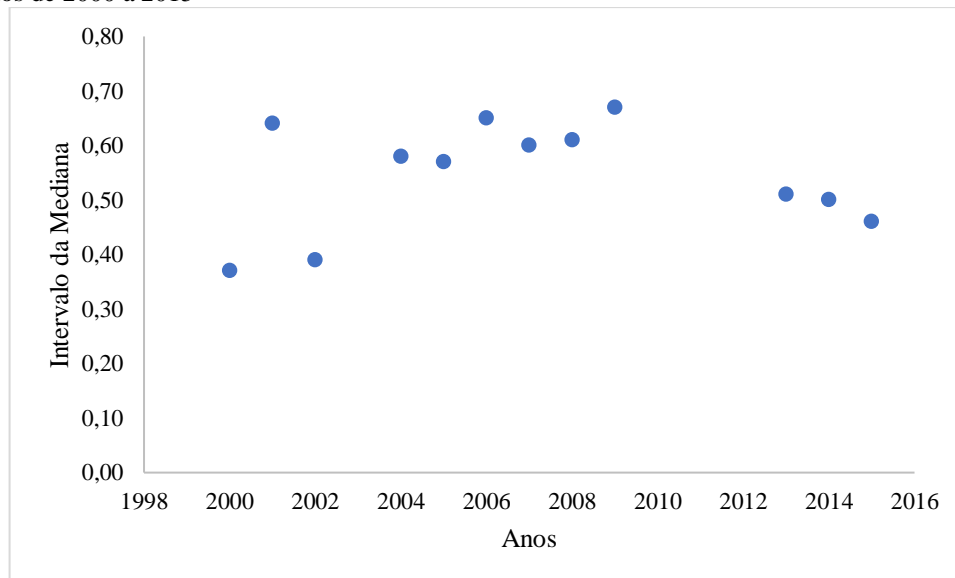
Fonte: Própria autoria (2022)

Tabela 9 - Valores da mediana entre os anos 2000 a 2015 para a área de estudo localizada adjacente a RPPN Seringal Triunfo

Ano	Mediana
2000	0,29
2001	0,63
2002	0,36
2004	0,57
2005	0,55
2006	0,62
2007	0,58
2008	0,53
2009	0,58
2013	0,50
2014	0,49
2015	0,44

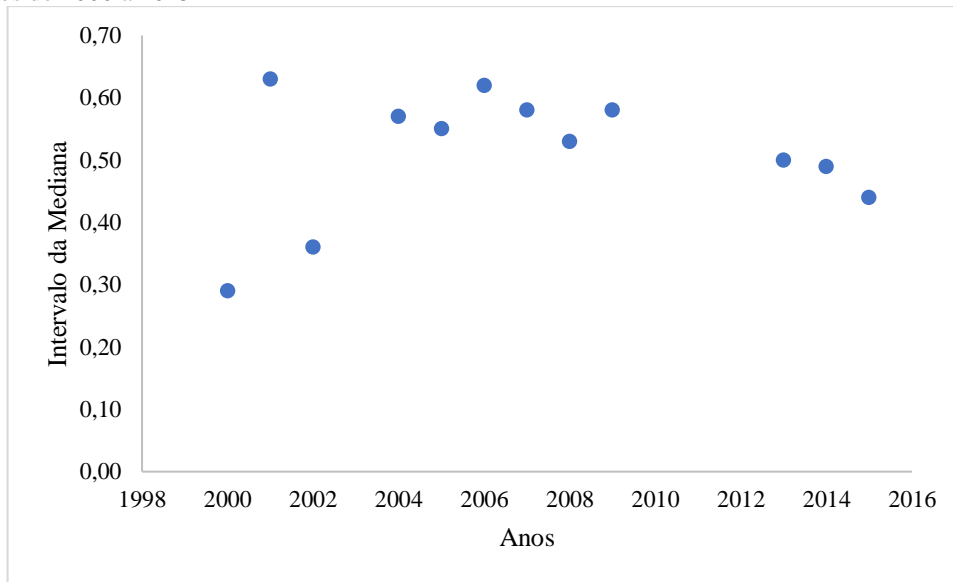
Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 9 - Relação entre a mediana do NDVI estimado na área de estudo localizada na RPPN Seringal Triunfo entre os anos de 2000 a 2015



Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 10 - Relação entre a mediana do NDVI estimado na área de estudo adjacente a RPPN Seringal Triunfo entre os anos de 2000 a 2015



Fonte: Própria autoria (2022)

5. DISCUSSÃO

No intervalo entre os anos de 2000 a 2015, o NDVI da área de estudo localizada dentro da RPPN Seringal Triunfo e a área adjacente, apresentaram-se estáveis, ou seja, não houve perdas e nem ganho significativos na cobertura vegetal. A estabilidade da cobertura vegetal na área dentro da RPPN, está associada as suas características de conservação da diversidade biológica, com permissão apenas para pesquisa científica e a visitação com fins turísticos, recreativos e educacionais, apesar de serem unidades particulares, não é permite qualquer atividade que provoque exposição do solo, ou seja, a integridade da cobertura vegetal deve ser mantida (BRASIL, 2000). Já a estabilidade na área adjacente pode estar associada a estagnação da expansão urbana, visto que o município de Ferreira Gomes possui uma população de 5.802 habitantes de acordo com o censo 2010 (IBGE, 2022).

No que condiz a contagem dos *pixels* para cálculo do NDVI, este foi realizado utilizando todo a área do polígono gerado, retirando ao máximo os *pixels* que correspondem a corpos d'água, pois como relatado por Farias (2020), é necessário realizar a retirada dos polígonos que não representam áreas com detecção de mudanças, sendo esta metodologia utilizada para minimizar os efeitos de falsos positivos. Na presente pesquisa retiramos os pixels correspondentes a corpo d'água, todavia, não foi possível realizar a visita *in loco*, com isso, não foi gerado um índice de classificação do NDVI, pois de acordo com Wiggers (2014), a visita *in loco* é necessária para que não ocorra confusão ou até mesmo erros de classificação.

Contudo, as imagens obtidas dos sensores remotos do tipo Landsat, permitiram o cálculo do NDVI para as áreas propostas, possibilitando assim, o alcance dos objetivos da presente pesquisa. Reforçamos ainda que, estudos com utilização de imagens do satélite Landsat, tem sido aplicado para observar uso e ocupação do solo, monitoramento de recursos hídricos, bem como observações na mudança da cobertura vegetal, como os realizados por Du *et al.* (2010), Cui *et al.* (2013), Leite e Rosa (2012), Gameiro *et al.* (2016), Gonçalves *et al.* (2018), Carraro (2019), Ventura *et al.* (2019) e Farias (2020).

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou através do NDVI, que no período analisado entre 2000 a 2015, a área de estudo dentro da RPPN e a área adjacente não sofreram grandes alterações na paisagem, ou seja, apesar da construção das hidrelétricas de Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão, a paisagem do fragmento analisado na RPPN Seringal Triunfo demonstra uma estabilidade após sua homologação. Para trabalhos futuros recomenda-se, a análise do NDVI de anos anteriores a 2000, ou seja, anos anteriores a homologação da RPPN, bem como visitas *in loco*, para a validação dos componentes observados no NDVI, para a criação de classificação de NDVI para a localidade estudada.

REFERENCIAS

- ALBERTI, Marina; WEEKS, Robin; COE, Stefan. Urban land-cover change analysis in Central Puget Sound. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. v. 70, n. 9, pp. 1043–1052, sept. 2004. DOI:[10.14358/PERS.70.9.1043](https://doi.org/10.14358/PERS.70.9.1043). Acesso em: 1 de dezembro de 2021.
- ALMEIDA, Nadjacleia Vilar; CUNHA, Sandra Baptista da; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá – Nordeste do Brasil/Paraíba. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, pp. 365-378, jun/2012. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte>>. Acesso em: 10 de março de 2022.
- ALMEIDA, Rodrigo Praes. **Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais**. 2016. 85f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Agrárias, mestrado em Produção Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/>>. Acesso em: 10 de março de 2021.
- ALTINBILEK, Doğan. The role of dams in development. **Water Science and Technology**, v. 45, n. 8, pp. 169–180, april, 2002. DOI:<<https://doi.org/10.2166/wst.2002.0172>>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2021.
- ARANTES, Tássia Borges. **Análise de séries temporais compostas por imagens sintetizadas a partir da fusão de dados MODIS-TM**. 2014, 90f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/>. Acesso em: 10 de abril de 2021.
- ASSIS, J.S. de. O uso do sensoriamento remoto no planejamento de Unidades de Conservação. **Anais I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE**, outubro, 2002. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.
- AUCH, Roger; TAYLOR, Janis; ACEVEDO, William. **Urban Growth in American Cities – Glimpses of U.S. Urbanization**. Circular 1252. Washington: U.S. Geological Survey, 2004. 52p. disponível em: <https://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1252/pdf/circ1252.pdf>. Acesso em: 23 novembro de 2021.
- AZEVEDO, Paulo Roberto Medeiros de. **Introdução à estatística**. 3. ed. - Natal, RN: EDUFRN, 2016. ISBN 978-85-425-0601-3. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br>. Acesso em: 20 outubro de 2021.
- BAESSLER, Cornelia; KLOTZ, Stefan. Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 115, n.1-4, p 43-50, july. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.007>. Acesso em: 20 de julho de 2021.
- BATAGIN, Bruna. **Análise temporal do uso e ocupação do solo da microbacia hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu, no município de Piracicaba**. 2017. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração Engenharia de Sistemas Agrícolas),

Universidade de São Paulo (USP) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2017. Disponível em: <<https://teses.usp.br>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2021.

BARBOSA, Jocilene Alves *et al.* O Sensoriamento Remoto na proposição de plano de uso em unidades de conservação: estudo de caso. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia. INPE. pp. 811-818, abril 2005. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2007/biblioteca>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

BENJANKAR, Rohan *et al.* The impact of river modification and dam operation on floodplain vegetation succession trends in the Kootenai River, USA. **Ecol. Eng.** v. 46, p. 88–97, 2012. DOI: [10.1016/j.ecoleng.2012.05.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.05.002)v. Acesso em: 20 outubro de 2021.

BISWAS, Asik K. Impacts of large dams: issues, opportunities and constraints. *In*: TORTAJADA, Cecilia; ALTINBILEK, Dogan; BISWAS, Asit K. (editors.). **Impacts of Large Dams: A Global Assessment**. Water Resources Development and Management. Berlin: Springer, 2012. pp. 1-18.

BITTENCOURT, Luis Fabian de Freitas; BATISTA, Getulio Teixeira; CATELANI, Celso de Sousa. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do Rio Paraíba do sul no município de Caçapava. **Anais GEOVAP 2006: Primeiro Seminário de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Vale do Paraíba**. Taubaté-SP. UNITAU, p.89-99. dez, 2006. Disponível em: http://www.agro.unitau.br/geovap2006/pdfs/sensoriamento_luis.pdf. Acesso em: 25 de janeiro de 2021.

BOMBINO, G; TAMBURINO, V; ZIMBONE, S. Assessment of the effects of check-dams on riparian vegetation in the mediterranean environment: A methodological approach and example application. **Ecological Engineering**. v. 27, n.2, p. 134–144, sept. 2006. DOI:[10.1016/j.ecoleng.2006.01.005](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.01.005). Acesso em: 20 outubro de 2021.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000**. Brasília, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: geração de energia hidrelétrica** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, nov, 2006. 112p. Disponível: <<https://cnrh.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2021.

BRITO, Daguinete Maria Chave; BASTOS, Ananda Brito; SANTOS, Fátima Sueli Oliveira dos. Conflitos por território e as comunidades em áreas de influência de usinas hidrelétricas na bacia do rio Araguari/AP. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**. Curitiba, v.9, n.4, pp.599-615, out. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/issue/view/597>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

CAE. Cachoeira Energia. **A Usina: Cachoeira Caldeirão**. 2022. Disponível em: <https://www.cachoeiraenergia.com.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

CARRARO, Fábila Gabriela Pflugrath. **Análise da cobertura do solo usando NDVI, na região da Hidrelétrica de Belo Monte, estado do Pará – Brasil.** 2019. 109f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí-PA, 2019. Disponível em: <<https://pebga.propesp.ufpa.br/index.php/br/>>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

CASTILHO, Denis. Hidrelétricas na Amazônia brasileira: da expansão à espoliação. *In*: CAPEL, Horacio; ZAAR, Miriam (Coords. y Eds). **La electricidad y la transformación de la vida urbana y social.** Barcelona: Universidad de Barcelona/Geocrítica, 2019. V Simposio Internacional de la Historia de la Electrificación. Évora, p. 68-87. maio, 2019. ISBN: 978-84-09-13010-8. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/Electricidad-y-transformacion-de-la-vida-urbana/indice.pdf>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

CASTRO, Emanuel de; CUNHA, Lúcio; SANTOS, Noberto Pinto dos. Análise integrada da paisagem da raia central portuguesa. **Revista Minerva – Pesquisa & Tecnologia.** São Carlos-SP. v. 5, n. 2, pp. 139-147, jul-dez. 2008. Disponível em: <<http://www.fipai.org.br>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2021.

CMB. Comissão Mundial de Barragens. Barragens e Desenvolvimento: um novo modelo para tomada de decisões. **O Relatório da Comissão Mundial de Barragens.** Tradução de Carlos Afonso Malferrari, nov. 2000. Disponível em: <<https://www2.mppa.mp.br>>. Acesso em: 22 agosto 2020.

COELHO, Silvério José. **Transformações na paisagem decorrentes da construção da Usina Hidrelétrica do Funil – UHE Funil – e o impacto do município de Ijaci, MG.** 2008, 172f. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (área de concentração: Manejo Ambiental), Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br>>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

COELHO, Silvério José; PEREIRA, José Aldo Alves. A paisagem na área de influência da usina hidrelétrica do funil (UHE-funil), percebida através do EIA-RIMA. **Paisagem e Ambiente.** São Paulo, n. 28, pp. 133–148, dez. 2010. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i28p133-148>>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

COHEN, Warren B.; GOWARD, Samuel N. Landsat's Role in Ecological Applications of Remote Sensing. **BioScience**, v. 54, n. 6, pp. 535–545, June 2004. DOI: <[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0535:LRIEAO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0535:LRIEAO]2.0.CO;2)>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

COKER, E. Howard. Conversion of a flood control system to a sustainable system: the energy requirements for pipeline transport of silt. **Environ. Sci. Technol.** Washington. v. 34, n. 17, p. 3730–3736, July, 2000. DOI: <[10.1021/ES990536Q](https://doi.org/10.1021/ES990536Q)>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

CORREA, Sonia Maria Barros Barbosa. **Probabilidade e estatística.** 2ª ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003. 116p.

CÔRREA, Katrícia Almeida; PORTO, Jadson Luís Rebelo. Os empreendimentos hidrelétricos no rio Araguari e seus efeitos no espaço urbano amapaense. **Anais XVII Enanpur.** ISBN 978-85-8089-104-1. São Paulo, 2017. Disponível em:

http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/?page_id=1219. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

CORRÊA, Katrícia Milena Almeida. **A formação do complexo hidrelétrico no Rio Araguari: impactos no ordenamento territorial de Ferreira Gomes, Amapá.** 2018. 128f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Programa de Pós Graduação, Mestrado em Desenvolvimento Regional. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá-AP, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unifap.br/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

COSTA, Ana Paula Pereira; ROCHA, Gilberto de Miranda. A Usina hidrelétrica de Tucuruí e a sua influência na reorganização do território local: uma reflexão. *In*: CANTO, Otávio; CONDURÚ, Marise Teles; SOBRINHO, Mário Vasconcelos. **Gestão Ambiental na Amazônia: Território, desenvolvimento e contradições.** Belém: Série de Estudos do NUMA 18/UFGPA, 2017. cap. 3.

CUI, Xia, *et al.* Using Remote Sensing to Quantify Vegetation Change and Ecological Resilience in a Semi-Arid System. **Land**, v. 2, n. 2, p. 108-130, abril 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/land2020108>. Acesso em: 1 dezembro de 2021.

CUNHA, Alan Cavalcanti de; BRITO, Daímio Chaves; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque. Análise de Cenário da Qualidade da Água no Rio Araguari (AP) com Uso do Sistema de Modelagem QUAL2Kw: Impactos de Hidrelétricas e Urbanização. *In*: CUNHA, Alan Cavalcanti; SOUZA, Everaldo Barreiros de; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque (orgs). **Tempo, clima e recursos hídricos: resultado do projeto REMETAP no estado do Amapá.** Macapá, IEPA, 2010, cap. 8.

DU, Peijun *et al.* Monitoring urban land cover and vegetation change by multi-temporal remote sensing information. **Mining Science and Technology (China)**. v. 20, n. 6, pp. 922-932, nov. 2010. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1674-5264\(09\)60308-2](https://doi.org/10.1016/S1674-5264(09)60308-2). Acesso em: 1 dezembro de 2021.

DRUMMOND, José Augusto; FRANCO, José Luiz de Andrade; SILVA, Daniela de Oliveira. Uma Análise sobre a História e a Situação das Unidades de Conservação no Brasil. *In*: **Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas.** pp. 341-385, 2010.

ECOTUMUCUMAQUE. **Plano Básico Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Cachoeira Caldeirão.** Volume 3: Programas Meio Socioeconômico. Macapá-AP, 2013. 36p. Disponível em: <<https://www.cachoeiraenergia.com.br>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Satélites de Monitoramento.** Campinas, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>> Acesso em: 7 nov. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz energética e elétrica.** 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.

ESTEVEES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826p.

FARIA, Alexandre Magno de Melo. Hidroelétricas amazônicas: fontes energéticas apropriadas para o Desenvolvimento Regional? **Papers do NAEA 190**: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Universidade Federal do Pará, Belém, v.15, n.1, ed.190 pp.3-41, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/papersnaea.v15i1.11473>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.

FARIAS, Jean Lucas Paes de. **Monitoramento da supressão vegetal no entorno de reservatórios hídricos utilizando imagens do sensoriamento remoto**. 2020. 153p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Florianópolis-SC, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br>>. Acesso em: 30 de novembro de 2021.

FEARNSIDE, Philip M. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras**. Manaus: Editora do INPA, v. 3, 2019. cap. 1.

FEG. Ferreira Gomes, geração de energia. **Relatórios**. Autorização nº 001/2009. Processo nº: 02070.002444/2010. Licenciamento Ambiental do Empreendimento Aproveitamento Hidrelétrico Ferreira Gomes-AP. 2010. Disponível em: <https://ferreiragomesenergia.com.br/relatorios/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

_____. Ferreira Gomes, geração de energia. **Usina**. 2022. Disponível em: <https://ferreiragomesenergia.com.br/usina/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.

FILHO, Berilo Prates Maia. Uso do sensoriamento remoto para avaliar o planejamento municipal das Áreas de Preservação Permanente. **Revista Desenvolvimento Social**. v. 24, n.2, pp. 79-91, julho, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br>. Acesso em: 1 de março de 2022.

FILHO, Antonio Conceição Paranhos, *et al.* Satélites e Sensores. *In*: FILHO, Antonio Conceição Paranhos *et al* (orgs). **Geotecnologias para aplicações ambientais** [recurso eletrônico]. Maringá, PR: Uniedusul, 2021, cap.4. DOI:[10.29327/527680](https://doi.org/10.29327/527680). Acesso em: 5 julho de 2021.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FONTES, Alessandra Renata Freitas; GIUDICE, Dante Severo. Impactos socioambientais nas construções de barragens hidrelétricas. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**. Vitória da Conquista/BA. v. 18, n.32, p. 203-218. jul/dez, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22481/ccsa.v18i32.9258>. Acesso em: 5 julho de 2021.

FRANCESCO, Ana de; CARNEIRO, Cristiane. **Atlas dos impactos da UHE Belo Monte sobre a pesca**. Org. Ana de Francesco e Cristiane Carneiro. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015.

FRIEDL, M. A. *et al.* Global Land Cover Mapping From Modis: Algorithms And Early Results. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, pp.287-302, nov. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00078-0](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00078-0). Acesso em: 5 de dezembro de 2021.

FURTADO, Renan Gomes; FERREIRA, José Francisco de Carvalho; YOKOMIZO, Gilberto Ken Iti. Análise do estudo Socioeconômico do Licenciamento Ambiental da Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão no Amapá: êxitos e limitações. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**. Belém, v.4, n.1, pp. 236-249, jan./jun. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17648/ihgp.v4i01.90>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2022.

GAMEIRO, Samuel *et al.* Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terrae**. n.13, v.1-2, pp.15-22, maio/ago 2016. Disponível em: <<https://www.ige.unicamp.br/terrae/index.html>>. Acesso em: 5 de dezembro de 2021.

GIAMBELLUCA, Thomas W. Hydrology of altered tropical forest. **Hydrological Processes**. v.16, n.8, pp. 1665–1669. June, 2002. DOI: [10.1002/hyp.5021](https://doi.org/10.1002/hyp.5021). Acesso em: 5 de fevereiro de 2022.

GONÇALVES, Ariadne Barbosa *et al.* Urban Phytophysionomy Characterization Using NDVI from Satellites Images and Free Software. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 41, n. 3, pp. 24-36, agosto, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_24_36. Acesso em: 5 de novembro de 2021.

GRIFFITHS, Patrick *et al.* Using annual time-series of Landsat images to assess the effects of forest restitution in post- of Environment socialist Romania. **Remote Sensing**, New York, v. 118, pp. 199-214, march, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.006>. Acesso em: 22 fevereiro 2021.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Monica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

HALL, Forrest G. *et al.*, Large-scale patterns of forest succession as determined by remote sensing. **Ecology**, Durham, v. 72, n. 2, pp. 628-640, apr. 1991. DOI: <https://doi.org/10.2307/2937203>. Acesso em: 22 fevereiro 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama de cidades**. 2022, Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 janeiro de 2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. **Plano de Manejo Floresta Nacional do Amapá**. 222 p. vol. 1, Macapá, 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de Geração de Imagens**. 2021. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso em: 25 outubro de 2021.

JANSEN, Robert B. **Dam and Public Safety**. Water Resources Technical Publication. Denver: U.S. Department of the Interior, 1983. 332p.

JÚNIOR, Orleno Marques da Silva, *et al.* Comitê da bacia Hidrográfica do rio Araguari como instrumento de gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Amapá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 05, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br>>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

KENNEDY, Robert E.; COHEN, Warren B.; SCHROEDER, Todd A. Trajectory-based change detection for automated characterization of forest disturbance dynamics. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 110, n. 3, pp. 370-386, oct. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.03.010>. Acesso em: 22 março 2021.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, pp. 90-106, dez. 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br>>. Acesso em: 25 de agosto de 2021.

LHERMITTE, S. *et al.* A comparison of time series similarity measures for classification and change detection of ecosystem dynamics. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 115, n. 12, pp. 3129-3152, dec. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.020> Acesso em: 12 fevereiro 2021.

LIANG, Shunlin; WANG, Jindi. Forest cover changes: mapping and climatic impact assessment. *In*: LIANG, Shunlin; WANG, Jindi (editors). **Advanced Remote Sensing: Terrestrial Information Extraction and Applications**. Academic Press. 2 ed. cap. 25. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815826-5.00025-8>. Acesso em: 12 fevereiro 2021.

LIU, William Tse Horng. Aplicações do sensoriamento remoto. 2ª ed. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.

MEDEIROS, J.M.M; NETO, J.C. Transformações urbanas em rios com empreendimentos hidrelétricos: novo cenário urbanístico para a orla da cidade de Ferreira Gomes – Amapá. Pluris 2016: **Anais 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável Contrastes, Contradições e Complexidade**. Maceió, out. 2016. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/67437>>. Acesso em: 03 de abril de 2022.

MENESES, Paulo Roberto. Princípios de sensoriamento remoto. *In*: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (orgs). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. Cap. 1.

MENESES, Bruno M. *et al.* Metodologia para a avaliação das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental nas últimas três décadas. **Cidades, Comunidades e Território**. v. 27, p. 50-60, dez. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.iscte-iul.pt>>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

MPAP. Ministério Público do Estado do Amapá. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá**. 2011. Disponível em: <<http://www.mpap.mp.br>>. Acesso em: 2 de dezembro de 2021.

- NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Landsat Science**. 2021. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov>>. Acesso em: 10 out 2021.
- NAVARRO, Ana *et al.* Crop Monitoring Based on SPOT-5 Take-5 and Sentinel-1A Data for the Estimation of Crop Water Requirements. **Remote Sensing**. v. 8, n. 6, pp. 525-575, june 2016. DOI:[10.3390/rs8060525](https://doi.org/10.3390/rs8060525). Acesso em: 10 out 2021.
- NETO, Roberto Silvério, *et al.* Caracterização da Cobertura Florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 1, pp: 32-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.058013>. Acesso em: 21 de abril de 2022.
- OLIVEIRA, Júlio César Sá de *et al.* Caracterização da pesca no reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy Nunes, Ferreira Gomes, Amapá-Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 3, p. 83-96, dez. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n3p83-96> Acesso em: 2 fevereiro 2021.
- OLIVEIRA, Kássia Cristina Neves de. Rio Araguari, fonte de ‘energia’ para quem? Construção de hidrelétricas no município de Ferreira Gomes (Amapá-Brasil). **VI Jornada Brasileira de Sociologia**. Modernidade e Sul Global. GT 03 – Conflitos e Controvérsias Ambientais, Pelotas/RS, p.1-14, out. 2019. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/jbs/anais/2019-anais/>>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.
- PACHECO, John. Nível do rio Araguari em Ferreira Gomes chegou a 5,5m, diz Defesa. **G1 notícias**. G1 AP, 2015. Disponível em; <g1.globo.com>. Acesso em: 21 de abril de 2022.
- PANTOJA, Giselly Marília Thalez; ANDRADE, Rosemary Ferreira. Impactos socioambientais decorrentes dos projetos hidrelétricos na bacia do Rio Araguari: do aumento x’ populacional a disseminação da malária. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. Macapá, s/v, n. 4, p. 61-74, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/planeta/issue/view/56>>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.
- PAULA, Makele Rosa de; CABRAL, João Batista Pereira; MARTINS, Alécio Perini. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na caracterização do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Caçu-GO. **Revista Geonorte**. v.2, n.4, pp.127-139, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br>>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.
- PAUL, Subhajit; SINGH, H. Bhaskar; HAZARAKI, Rajdeep. Environmental Impacts in the construction of Dams. **International Journal of Innovative Research & Development**. v. 2, n. 11, p. 278-280. nov, 2013. Disponível em: <<http://www.internationaljournalcorner.com>>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.
- PDFG. Plano Diretor Participativo do Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. **Diagnóstico das Condicionantes, Deficiências e Potencialidades Municipais Propostas e Ações**. Amapá, abril de 2013. Disponível em: <<https://ferreiragomesenergia.com.br>>. Acesso em:
- PENONI, Lorrany Horacio, *et al.* Utilização do sensoriamento remoto na avaliação do antropismo no parque nacional da Serra da Canastra-MG. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de**

Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas-SP, v.1, s/n, pp. 5126-5136, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2223>. Acesso em: 22 fevereiro 2022.

PONTES, Zuleide Maria de Fátima. **Análise das implicações dos anofelinos (Diptera: culicidae) no entorno do Aproveitamento Múltiplo de Manso, estado de Mato Grosso Brasil**. 2009. 104f. Dissertação de Mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/2303>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

PMFG. Prefeitura municipal de Ferreira Gomes. **Histórico**. 2022. Disponível em: <http://www.ferreiragomes.ap.gov.br>. Acesso em: 25 de abril de 2022.

RODRIGUES, Mikael Timóteo *et al.* Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao uso da terra para avaliação entre classificadores a partir do índice Kappa. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Ambiental**. Garça-SP. v. 23, n. 1, pp. 60-70, fev. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

ROGAN, John; CHEN, DongMei. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. **Progress in Planning**. v. 61, n. 4, pp. 301–325, may, 2004. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-9006\(03\)00066-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-9006(03)00066-7). Acesso em: 2 julho 2021.

ROUSE, J.W. *et al.* Monitoring vegetation systems in the great plains with erts. **Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite - 1 Symposium**. Greenbelt, NASA SP-351. v.1, p. 309-317, jan. 1974. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/>. Acesso em: 20 setembro 2021.

SALVATI, Paulo Sergio Colares. **Inventário e Diagnóstico Ecoturístico RPPN Seringal Triunfo**. 2004. 62f. Monografia (Especialização em Ecoturismo, área de concentração: Ecoturismo). Centro de Excelência em Turismo. Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2004. Disponível em: bdm.unb.br. Acesso em: 21 de abril de 2022.

SÁ, Leonardo Nogueira de; LEITE, João Paulo Angelo; FILHO, Gilson Brandão da Rocha. A importância da cobertura vegetal no processo de erosão e degradação do solo no ensino da geografia. **IJET-PDVL**. Recife, v.3, n.3 p. 173-188, Set/dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.31692/2595-2498.v3i3.151>. Acesso em:

SANTANA, Antônio Cordeiro de *et al.* Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, estado do Pará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**. Piracicaba - SP. v. 52, n. 2, p. 249-266, abri/Jun, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000200003>. Acesso em: 21 de abril de 2022.

SANTOS, Érica Patrícia Viegas *et al.* Análise da paisagem através de sistema de informação geográfica um estudo de caso da cidade de Serra do Navio-AP. *In*: TULLIO, Leonardo (org). **Aplicações e princípios do Sensoriamento remoto 2**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. cap 1.

SEVERINO, Wellinson Maximin de Souza; SANTOS, Erick da Silva; ALBUQUERQUE-CUNHA, Helenilza Ferreira. Hydropower plant in Eastern Amazon and its impacts on the local population's eating habits. **Revista Ambiente & Água**. Taubaté, SP. v. 16, n. 5. Oct, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2700>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Atlas Unidades de Conservação do estado do Amapá**. Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008. 128f.

_____. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Instituto do Meio Ambiente e de Ordenamento Territorial (IMAP). **Relatório Técnico**: 005/2019-CF/IMAP. 2019. 12p. Macapá-AP. Disponível em: <https://sigdoc.ap.gov.br>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2022.

_____. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação**. 2022. Disponível em: <https://sema.portal.ap.gov.br>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

SCHROEDER, Todd A. *et al.* Mapping wildfire and clearcut harvest disturbances in boreal forests with Landsat time series data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 115, n. 6, pp. 1421-1433, June, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.01.022>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

SCHROEDER, Todd A; COHEN, Warren B; YANG, Zhiqiang. Patterns of forest regrowth following clearcutting in western Oregon as determined from a Landsat time-series. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 243, n. 2-3, p. 259-273, may. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.019>. Acesso em: 2 fevereiro 2021.

SHOWENGERDT, Robert A. The nature of remote sensing. In: _____. **Remote sensing: models and methods for image processing**. 3 ed. Tucson: Elsevier, 2006. 1-44pp.

SILVA, Caio Victor Santos *et al.* Monitoramento da cobertura vegetal por sensoriamento remoto no semiárido brasileiro através de índices de vegetação. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**. Nativa, Sinop, v. 7, n. 6, pp. 708-717, nov./dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7646>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

SILVA, Christian Nunes da; LIMA, Ricardo Ângelo Pereira de; SILVA, João Marcio Palheta da. Uso do território e impactos das construções de hidroelétricas na bacia do rio Araguari (Amapá-Brasil). **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**. Macapá, v. 9, n. 2, p. 123-140, jul./dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18468/pracs.2016v9n2.p123-140>. Acesso em: 2 fevereiro 2021

SILVA, Eliakim dos Santos; FERREIRA, José Francisco de Carvalho; TOSTES, José Alberto. A implantação de empreendimentos hidrelétricos no médio Araguari e a nova configuração urbana de Ferreira Gomes-AP, na Amazônia brasileira. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 75, p. 376-396, mai./ago. 2020. DOI: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p376>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

SOUSA, Wanderley Lemgruber de. **Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. 2000. 154f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Planejamento Energético). Programa de Pós-graduação de Engenharia,

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2000. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br>>. Acesso em: 20 maio de 2021.

TAURA, Tatiana Ayako *et al.* Sensoriamento Remoto na análise da expansão do uso e ocupação do solo em Petrolina-PE. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Curitiba-PR. p. 6939-6946, abril, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34990/1/Tatiana.pdf>. Acesso em: 2 maio 2021.

TUCKER, Compton J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, v. 8, n.2, pp. 127-150, 1979. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0). Acesso em: 25 novembro de 2021.

TUNDISI, José Galizia. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. **Estudos Avançados**. v. 21, n. 59, pp. 109-117, abril, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100009>>. Acesso em: 2 maio 2021.

USGS. United States Geological Survey. **Landsat Satellite Missions**. Landsat Missions 2021a. Disponível em: <<https://www.usgs.gov>>. Acesso em: 05 novembro de 2021.

_____. United States Geological Survey. **Landsat 5**. Landsat Missions. 2021b. Disponível em: <<https://www.usgs.gov>>. Acesso em: 05 novembro de 2021.

_____. United States Geological Survey. **Landsat 7**. Landsat Missions. 2021c. Disponível em: <<https://www.usgs.gov>>. Acesso em: 05 novembro de 2021.

_____. United States Geological Survey. **Landsat 8**. Landsat Missions. 2021d. Disponível em: <<https://www.usgs.gov>>. Acesso em: 05 novembro de 2021.

VAEZA, Rafael Franco *et al.* Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**. v.17, n.1, pp.23-29, jan./jun. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.003>. Acesso em: 2 maio 2021

VANZELA, Luiz S.; HERNANDEZ, Fernando B.T.; FRANCO, Renato A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v.14, n.1, pp.55–64, jan. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100008>. Acesso em: 2 maio 2021.

VELTROP, J. Water, Dams and Civilization. *In*: MOIGNE, Guy Le; BARGHOUTI, Shawki M; PLUSQUELLEC, Herve (editors). **Dam safety and the environment**. World Bank Technical Paper n. 115. DC, april, 1989, cap. 2.

VENTURA, Silvia Juliane; MIRANDA, Lúcio Correia; SILVA, Edson Vicente da. Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no médio curso do Rio Ceará. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.1, pp. 252-261, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0021>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

VICTORINO, Célia Jurema Aito. **Planeta água morrendo de sede**: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 231p.

WALDNER, Francois *et al.* Land Cover and Crop Type Classification along the Season Based on Biophysical Variables Retrieved from Multi-Sensor High-Resolution Time Series. **Remote Sensing**. v. 7, n. 8, pp. 10400-10424. sept. 2015. DOI:[10.3390/rs70810400](https://doi.org/10.3390/rs70810400). Acesso em: 30 de outubro de 2021.

XIE, Yichun; SHA, Zongyao; YU, Mei. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. **Journal of Plant Ecology**, v. 1, n. 1, pp. 9-23. March 2008. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>. Acesso em: 7 de abril de 2022.

WIGGERS, Kelly Lais. **Análise em uma imagem orbital de alta resolução para classificação do uso e cobertura da terra de uma área da Bacia do Pitangu-PR**. 2014. 123f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada – Área de concentração: Computação para Tecnologias em Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR, 2014. Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/>>. Acesso em: 1 dezembro 2021.

ZHAN, X. *et al.* Detection of land cover changes using MODIS 250m data. **Remote Sensing of Environment**. v. 83, n. 1-2, pp. 336-350, nov. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00081-0](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00081-0). Acesso em: 5 de dezembro de 2021.

ZHAO, Qinghe; LIU, Shiliang; DONG, Shikui. Effect of dam construction on spatial-temporal change of land use: a case study of Manwan, Lancang River, Yunnan, China. **Procedia Environmental Sciences**. v. 2, pp. 852-858, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.096>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

ZHAO, Qinghe *et al.* Landscape change and hydrologic alteration associated with dam construction. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 16, pp. 17-26, june, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.11.009>. Acesso em: 1 de dezembro de 2021.

APÊNDICE A

Tabela 10 - Representação dos dados utilizados no presente estudo

(continua)

Série Landsat	Ano	Identificação da cena
Landsat-7	2000	ID: LE07_L1TP_225059_20001118_20200918_02_T1 Date acquired: 2000/11/18 Path: 225 Row: 059
	2002	ID: LE07_L1TP_225059_20020820_20200915_02_T1 Date acquired: 2002/08/20 Path: 225 Row: 059
	2001	ID: LT05_L1TP_225059_20010825_20200906_02_T1 Date acquired: 2001/08/25 Path: 225 Row: 059
	2004	ID: LT05_L1TP_225059_20040918_20200903_02_T1 Date acquired: 2004/09/18 Path: 225 Row: 059
	2005	ID: LT05_L1TP_226059_20050912_20200901_02_T1 Date acquired: 2005/10/14 Path: 226 Row: 059
Landsat-5	2006	ID: LT05_L1TP_225059_20061026_20200831_02_T1 Date acquired: 2006/10/26 Path: 225 Row: 059
	2007	ID: LT05_L1TP_226059_20070902_20200830_02_T1 Date acquired: 2007/09/02 Path: 226 Row: 059
	2008	ID: LT05_L1TP_226059_20080819_02_T1 Date acquired: 2008/08/19 Path: 225 Row: 059
Landsat-8	2009	ID: LT05_L1TP_226059_20091025_20161019_01_T1 Date acquired: 2009/10/25 Path: 225 Row: 059
	2013	ID: LC08_L1TP_225059_20130927_20200912_02_T1 Date acquired: 2013/09/27 Path: 225 Row: 059

Fonte: USGS (2021), adaptado pelo autor.

Tabela 11 - Representação dos dados utilizados no presente estudo

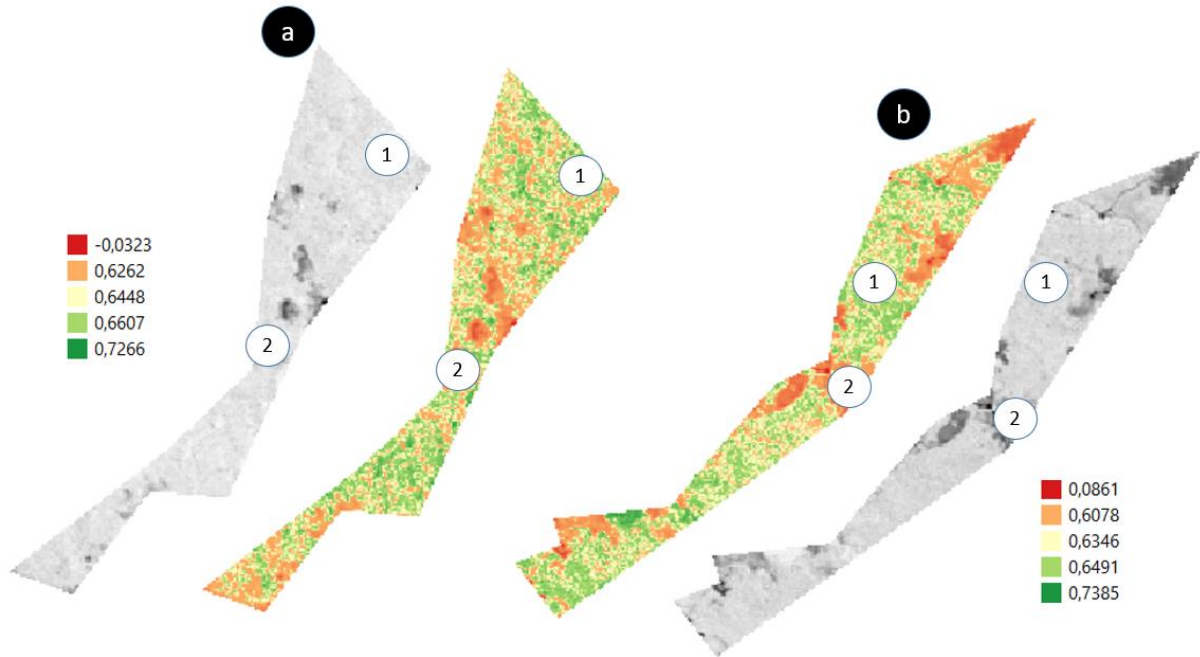
(conclusão)

Série Landsat	Ano	Identificação da cena
Landsat-8	2014	ID: LC08_L1TP_225060_20140914_20200910_02_T1 Date acquired: 2014/09/14 Path: 225 Row: 060
	2015	ID: LC08_L1TP_225059_20151019_20200908_02_T1 Date acquired: 2015/10/19 Path: 225 Row: 059

Fonte: USGS (2021), adaptado pelo autor.

APÊNDICE B

Figura 11 - NDVI ano de 2001, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



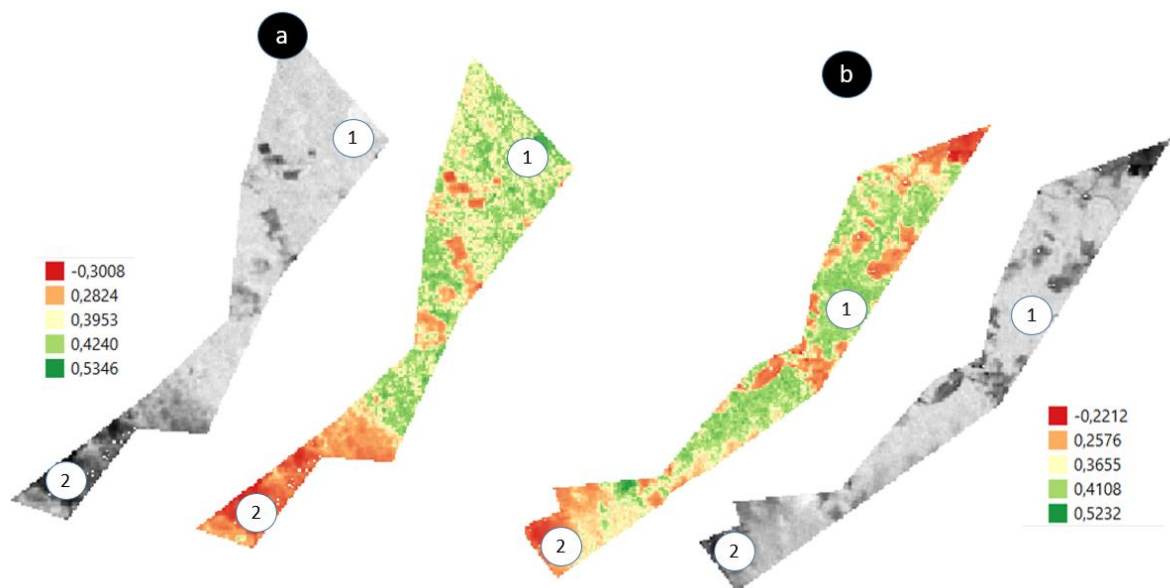
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 12 - NDVI ano de 2002, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



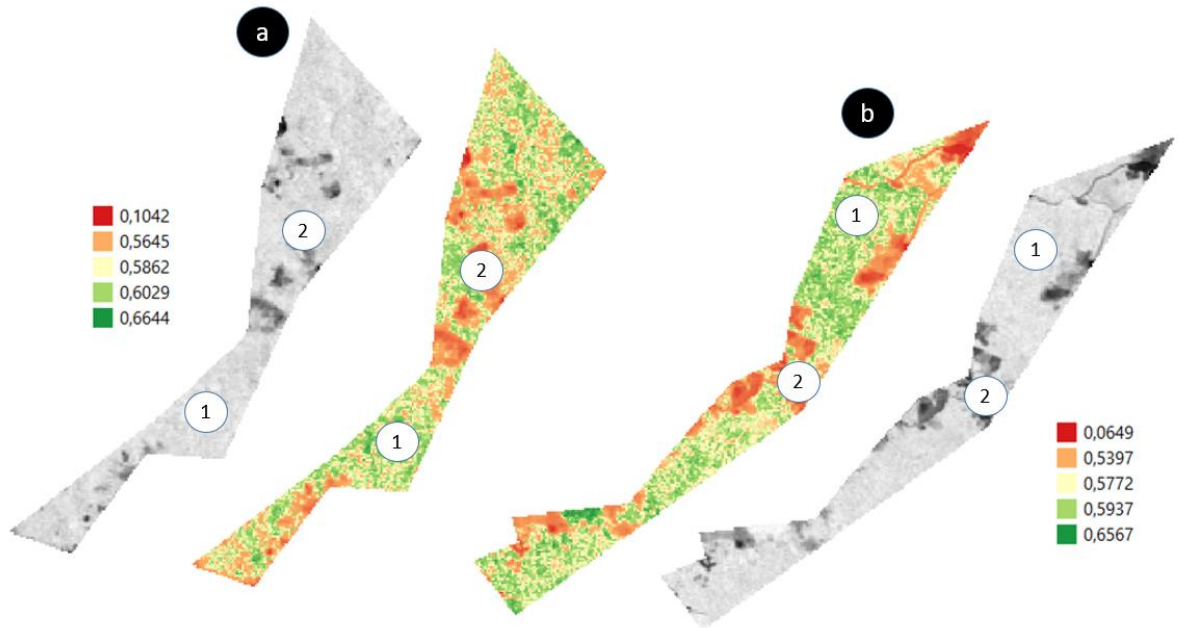
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 13 - NDVI ano de 2004, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor

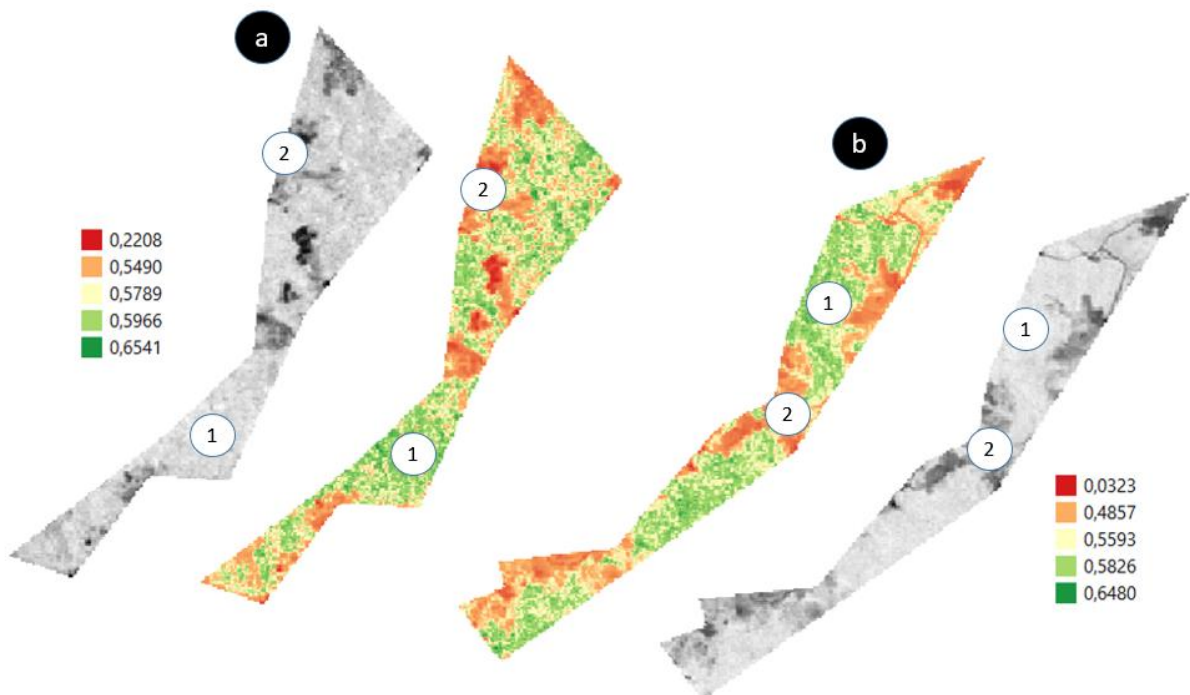


Legenda:

- 1 – vegetação;
- 2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 14 - NDVI ano de 2005, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor

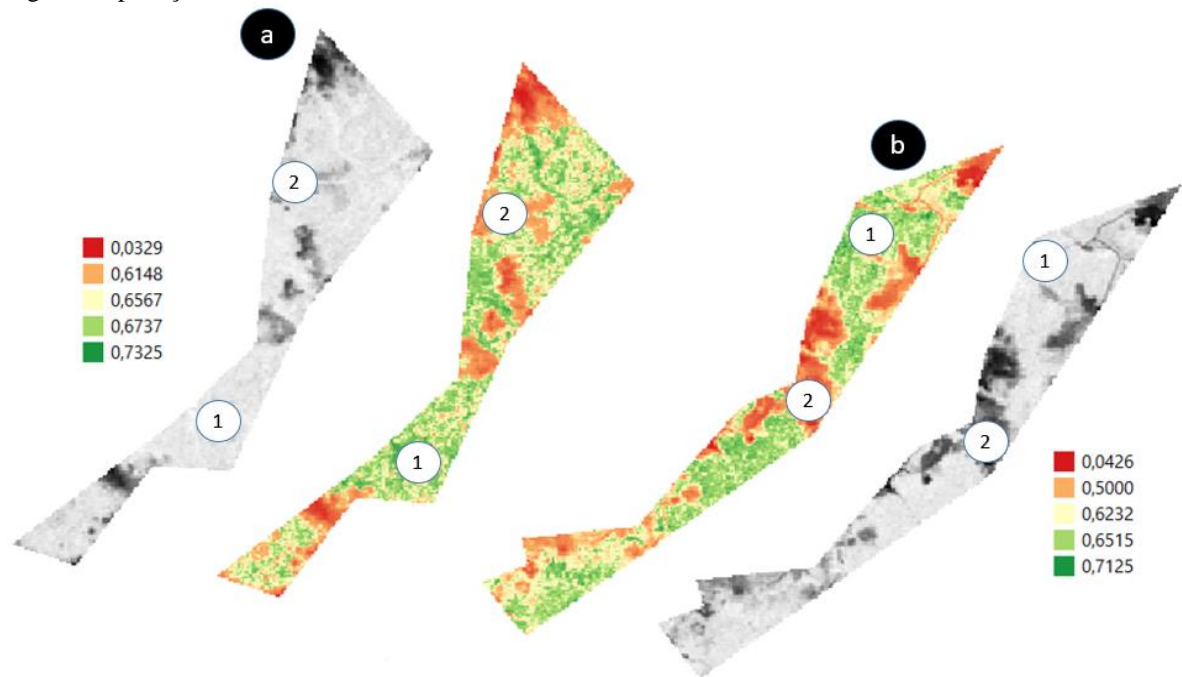


Legenda:

- 1 – vegetação;
- 2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 15 - NDVI ano de 2006, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



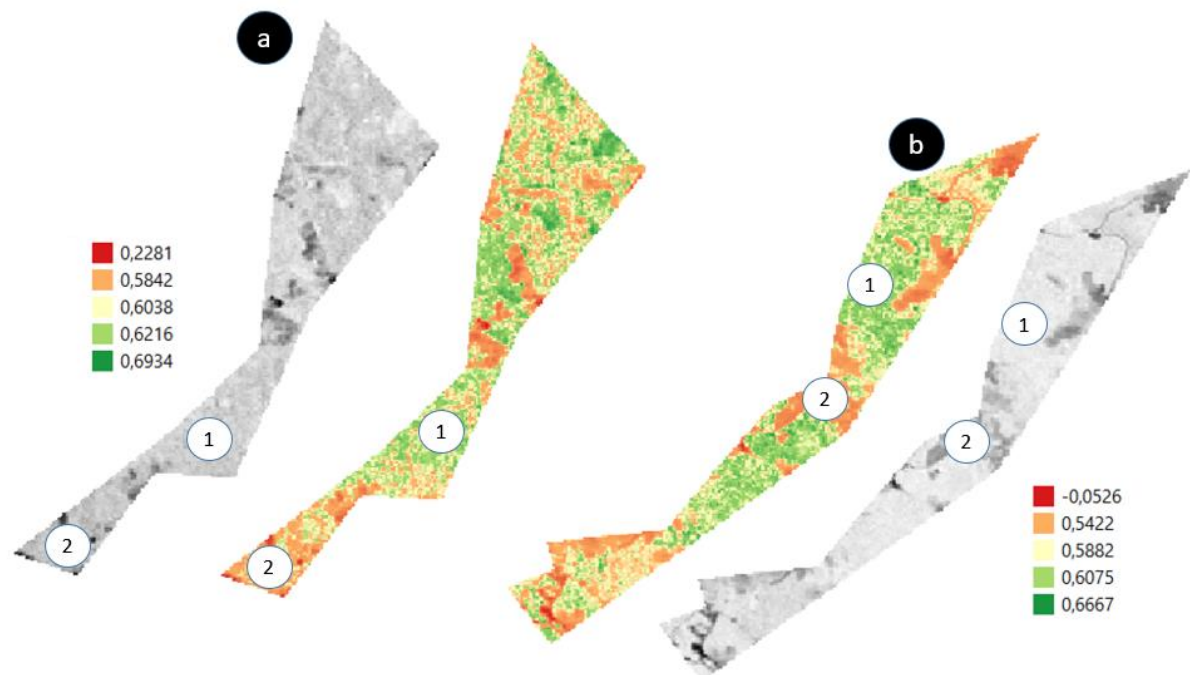
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 16 - NDVI ano de 2007, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



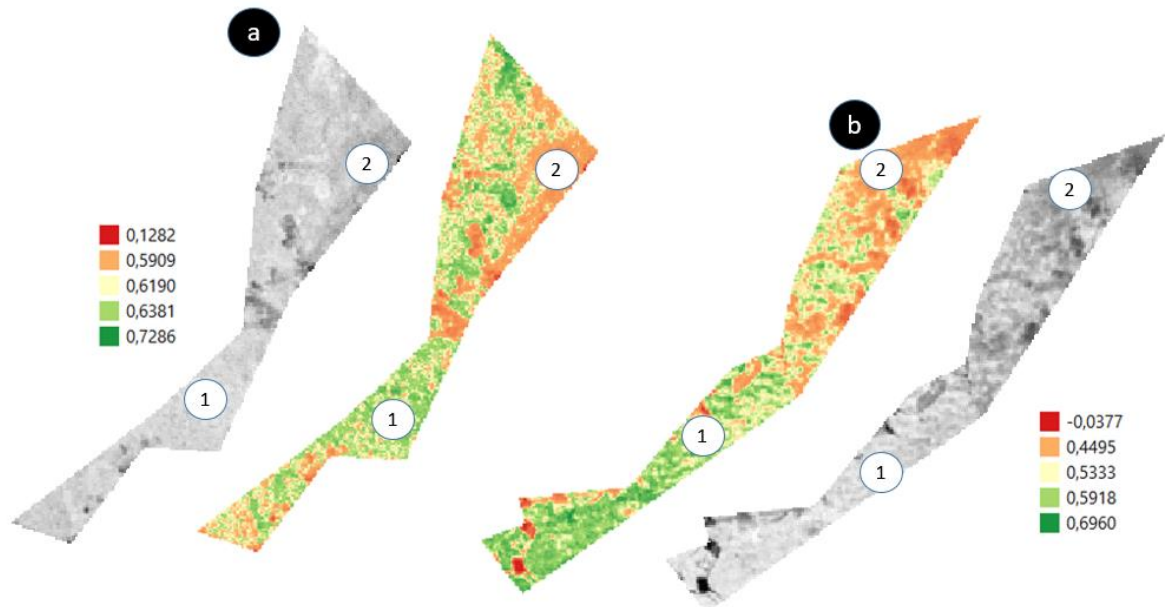
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 17 - NDVI ano de 2008, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



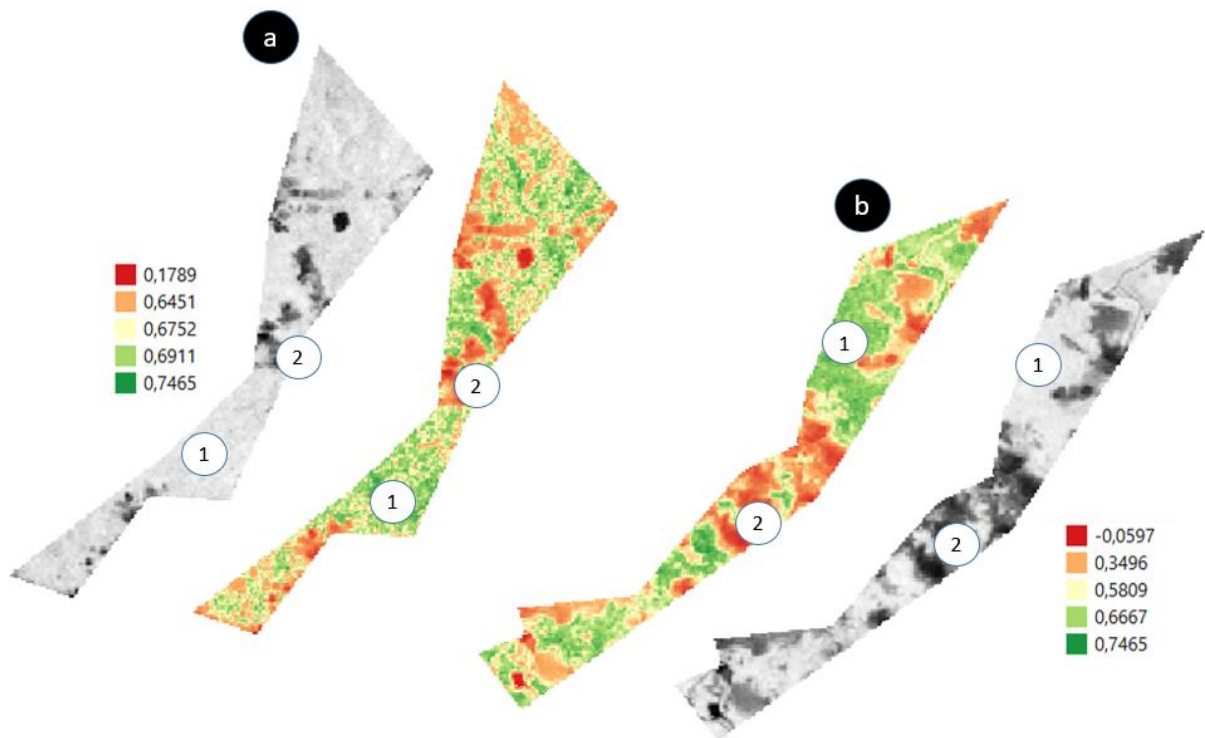
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 18 - NDVI ano de 2009, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



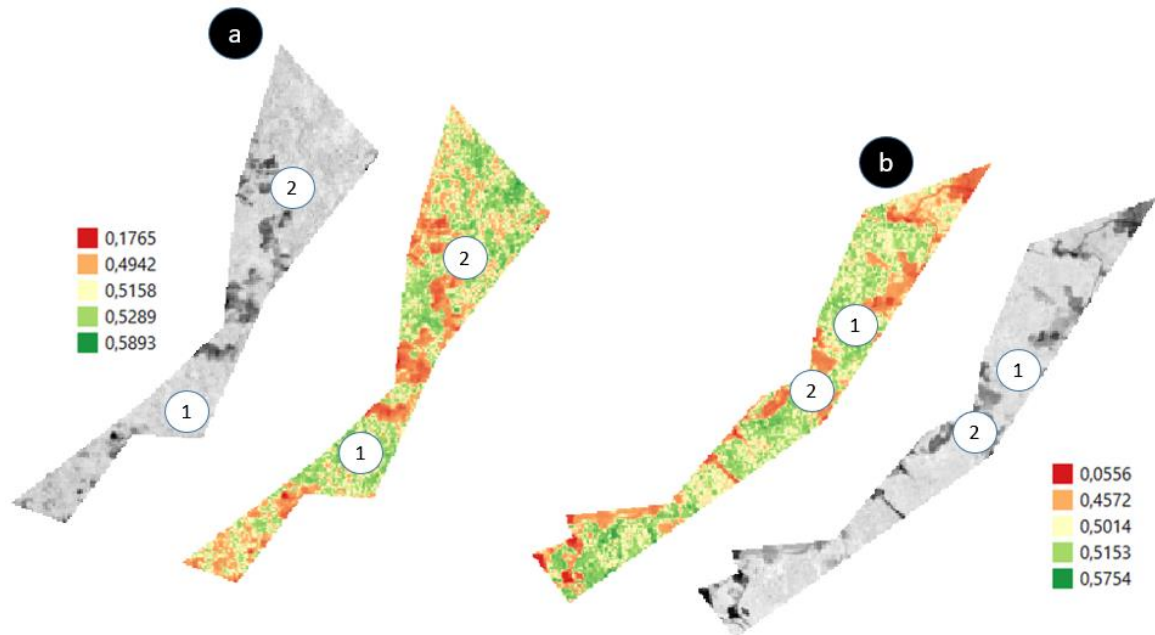
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 19 - NDVI ano de 2013, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



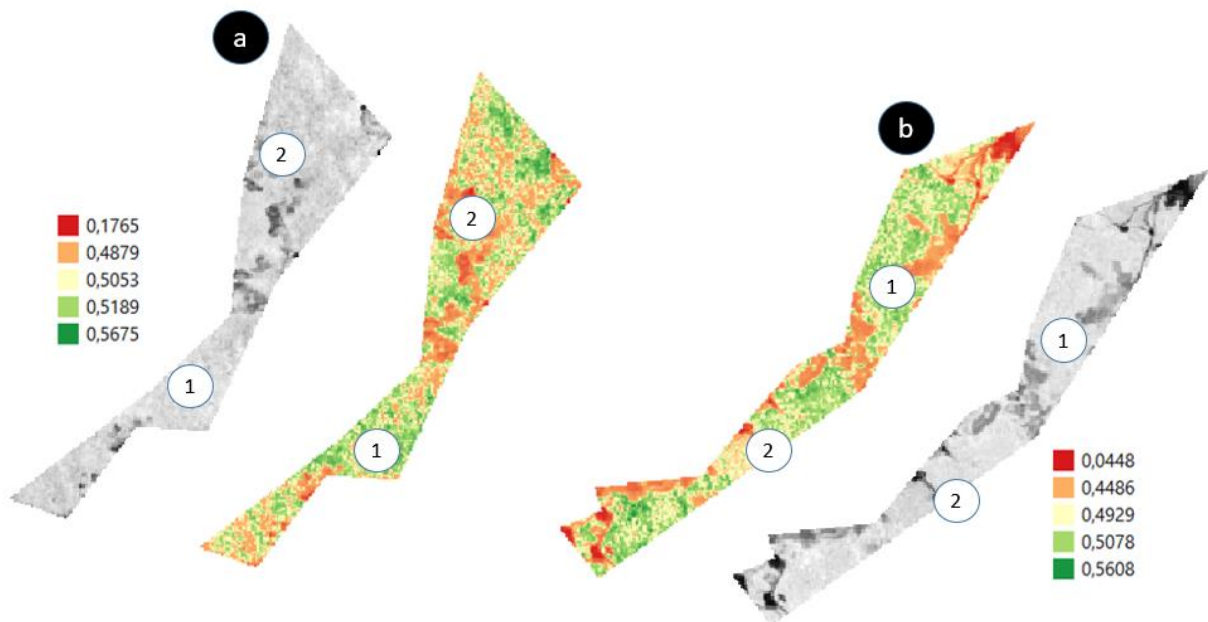
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 20 - NDVI ano de 2014, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



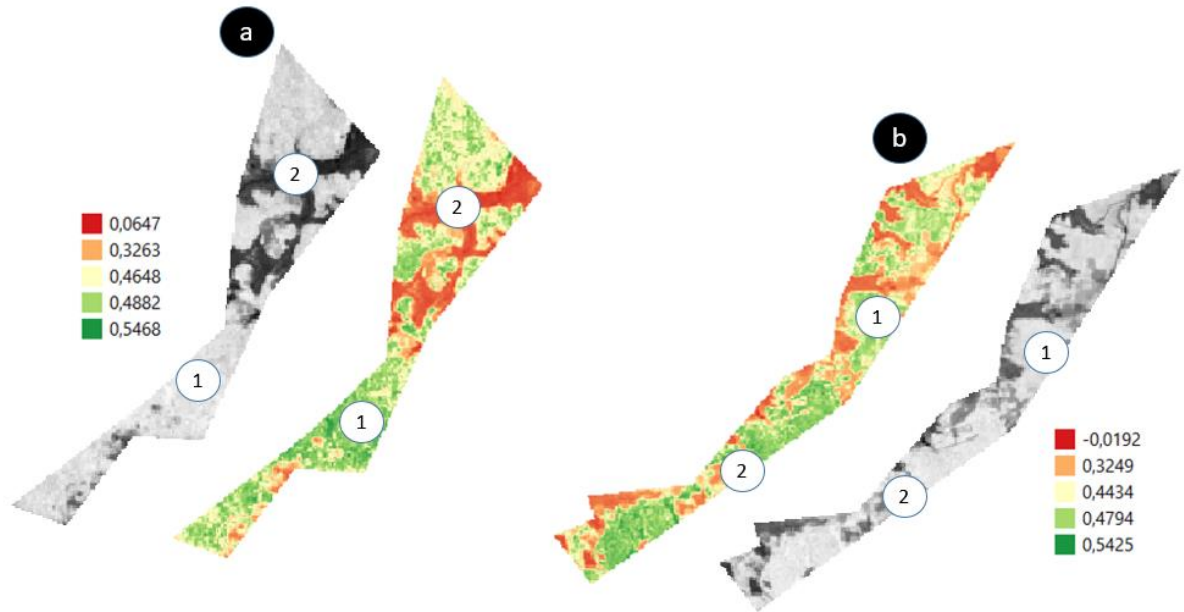
Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)

Figura 21 - NDVI ano de 2015, área da RPPN Seringal Triunfo (a) e área adjacente (b), ambos com coloração original e aplicação falsa cor



Legenda:

1 – vegetação;

2 – solo exposto;

Fonte: Própria autoria (2022)