

Zoneamento ecológico-econômico da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí (Brasil)

A pesquisa teve como objetivo elaborar uma proposta para o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares, visando subsidiar a construção do Plano de Manejo da unidade. O estudo foi desenvolvido na FLONA de Palmares, localizada no município de Altos-PI. A metodologia utilizada para atender aos objetivos do ZEE da FLONA de Palmares compreendeu-se em uma combinação de procedimentos organizados como levantamento de dados primários e dados secundários, para fins de construção de uma teia de informações agrupadas, capazes de reconhecer os diferentes núcleos da unidade de conservação (UC). Além da análise documental da UC e da referenciação em estudos acadêmicos prévios, foram levantados dados primários a partir de reconhecimento in loco por meio de transectos, como também foram utilizados recursos de sensoriamento remoto, com determinação do Índice de Vegetação (NDVI). A proposta de ZEE da FLONA de Palmares é resultado da análise integradas dos fatores físico-bióticos através do cruzamento entre esses temas, onde foi possível propor quatro zonas para a FLONA são elas: 1) Zona primitiva; 2) Zona de Preservação; 3) Zona de uso especial; e 4) Zona de uso Conflitante, distribuídas na área da FLONA. O zoneamento da FLONA de Palmares configura-se como etapa determinante para a elaboração de um Plano de Manejo, e sua delimitação deve fundamentar-se no entendimento da natureza, de suas funções e limitações da UC.

Palavras-chave: Planejamento ambiental; Ordenamento territorial; Áreas protegidas; Ecótono.

Ecological-economic zoning of Palmares National Forest, Altos, Piauí (Brazil)

The research had as objective to elaborate a proposal for the Ecological-Economic Zoning (EEZ) of the National Forest (NF) of Palmares, aiming to subsidize the construction of the Management Plan of the unit. The study was developed at the NF of Palmares, located in the municipality of Altos – PI. The methodology used to meet the objectives of the FLONA de Palmares EEZ was comprised of a combination of organized procedures such as survey of primary and secondary data, for the purpose of building a web of grouped information, capable of recognizing the different nuclei of the unit of conservation (CU). In addition to the documentary analysis of CU and the reference in study to previous academics, primary data were collected from on-site recognition by means of transects, as well as remote sensing resources, with determination of the Vegetation Index (NDVI). The NF of Palmares ZEE proposal is the result of an integrated analysis of the physical-biotic factors through the crossing between these themes, where it was possible to propose four zones for the NF are: 1) Primitive zone; 2) Preservation Zone; 3) Special use zone; and 4) Conflicting use zone, distributed in the FLONA area. The zoning of the NF of Palmares is configured as a determining step for the elaboration of a Management Plan, and its delimitation must be based on the understanding of the nature, its functions and limitations of CU.

Keywords: Environmental planning; Land use planning; Protected Areas; Ecotone.

Topic: Ciências Florestais

Received: 02/03/2022

Approved: 24/03/2022

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Maria Letícia Stefany Monteiro Brandão 
Universidade Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9624239072922218>
<https://orcid.org/0000-0001-6488-1300>
marialeticia.gab@gmail.com

Gaspar da Silva Alencar
Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8613386234495497>
gaspargeografo343@gmail.com

Israel Lobato Rocha 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6518724518793037>
<https://orcid.org/0000-0002-4496-9935>
israel.lobato@ifpi.edu.br

Bruna de Freitas Iwata 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3036032785449787>
<https://orcid.org/0000-0002-6465-9731>
iwata@ifpi.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0002

Referencing this:

BRANDÃO, M. L. S. M.; ALENCAR, G. S.; ROCHA, I. L.; IWATA, B. F..
Zoneamento ecológico-econômico da Floresta Nacional de Palmares,
Altos, Piauí (Brasil). *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*,
v.13, n.3, p.21-35, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0002>

INTRODUÇÃO

Uma alternativa de concílio entre uso e exploração do solo com a preservação ambiental é mediante a criação de Unidades de Conservação (UC). As florestas nacionais (FLONA) são unidades de conservação que permitem a exploração sustentável de parte de seus recursos associados à preservação da natureza. Essas unidades estão distribuídas por todo o país, com um total de 11 FLONAs na Região Nordeste, que juntas perfazem 66.019 ha, protegendo áreas de Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado (RODRIGUES, 2013).

Vinculado a estes espaços, tem-se o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) que constitui a mais antiga e abrangente estratégia de ordenamento territorial do país. Esse instrumento tem sido utilizado na tentativa de ordenação do território brasileiro buscando equilibrar os interesses econômicos, sociais e ambientais das Unidades de Conservação (COSTA, 2016; RUFFATO et al., 2018).

Criado há mais de duas décadas, como parte da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o ZEE está previsto no art. 9º, II, da Lei nº 6.938/81. Com isso é um dos instrumentos da PNMA que busca evitar a ocupação do solo urbano ou rural de maneira irregular.

Esse instrumento é baseado na compartimentação do território em zonas ambientais específicas que orientam o uso do solo segundo as fragilidades e peculiaridades de cada área, como os locais de maior importância ecológica e as possíveis limitações da área para realização das atividades econômicas. Portanto, define zonas do território que podem ser utilizadas e zonas que serão interditadas ou que terão seus usos gerenciados, minimizando e/ou eliminando conflitos entre atividades incompatíveis (OLIVEIRA et al., 2020).

A construção de um ZEE é uma compilação de uma complexa análise integrada dos elementos físico-bióticos, ambientais, socioeconômicos e da avaliação de uso e cobertura da terra. Nesse sentido, as geotecnologias auxiliam na análise integrada, desde a coleta de informações por fotografias aéreas, satélites e radares, no processamento destes dados para a análise e do produto final como os mapas temáticos da vegetação, dos solos, do relevo, do clima e da dinâmica do uso e cobertura da terra pela ação antrópica (SILVA, 2019).

Além disso, Dorneles (2017) ressalta que a efetiva aplicação do ZEE tem como principais funções a proteção e manutenção dos recursos ambientais, por meio de um planejamento que vise garantir o desenvolvimento das funções sociais e ambientais assim como a promoção dos serviços ambientais pelas Unidades de Conservação. Ressalta-se ainda que o ZEE é o instrumento técnico base para a construção do Plano de Manejo de uma UC.

O ZEE é um dos principais instrumentos de gestão de uma unidade de conservação, além de ser uma importante fonte de informações para a sua devida implantação e gerenciamento corroborando também com a construção de um banco de dados sobre características das mais diversas formações naturais das UC.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo elaborar uma proposta de Zoneamento Ecológico-Econômico para a Floresta Nacional de Palmares, com o propósito de servir de subsídio para o Plano de Manejo da unidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na UC Floresta Nacional (FLONA) de Palmares e que está localizada na Zona Rural do município de Altos, no limite da capital do estado do Piauí, Teresina, e compreende uma área total de 170 ha. A FLONA possui quatro marcos, o marco M-01 como ponto extremo oeste do imóvel, nas coordenadas geográficas 05°03'30,56524" S e 42°35' 47,92548" W, limitando-se com a colônia agrícola Major César de Oliveira. O ponto M-02 possui as coordenadas 05°02'28,49725" S e 42°36'04,61087" W. Este último ponto confronta-se com as terras particulares do S.Z.L. O ponto M-03 possui como coordenadas 05° 02' 20,34767" S e 42°35' 37,26544" W, este ponto confronta-se com terras particulares do S.B.P. O M-04, com coordenadas 05°03'20,90935" S e 42°35'21,91257" W, este ponto confronta-se com a BR 343 (LOPES, 2007).

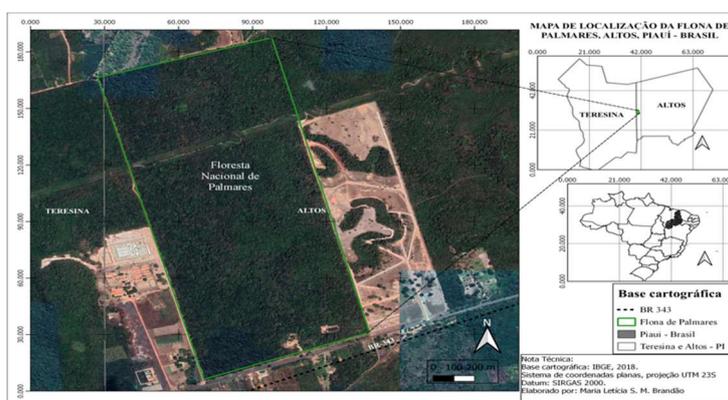


Figura 1: Mapa de localização da Floresta Nacional de Palmares.

O clima da FLONA de Palmares se caracteriza como tropical e chuvoso (megatérmico) de savana com inverno seco e verão chuvoso, enquadrando-se no tipo Aw de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2014). O ar atmosférico apresenta uma temperatura média anual de 28 °C e o índice médio pluviométrico anual é de 1200 mm, iniciando no mês de novembro e registrando ápices de precipitações entre os meses de janeiro e abril. A figura 2 aponta os dados de precipitação e temperatura média do ar da estação meteorológica mais próxima da Floresta Nacional de Palmares localizada em Teresina, sendo que a distância da estação meteorológica para a FLONA é de 24 km.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada para atender aos objetivos propostos para o Zoneamento Ecológico e Econômico da Floresta Nacional de Palmares compreendeu-se em uma combinação de procedimentos organizados como levantamento de dados secundários e levantamento de dados físico-bióticos. A figura 3 aponta as etapas para a obtenção da proposta de ZEE da Floresta Nacional de Palmares, considerando os dados primários.

Considerando os dados secundários, referente a informações socioambientais, assim como bióticas e físicas, o desenvolvimento dessa pesquisa também exigiu a consulta prévia de vários documentos, incluindo o Plano de Ação Emergencial da FLONA, que serviu como base de informações para a proposta do ZEE da

FLONA de Palmares, assim como trabalho de pesquisa acadêmico realizado anteriormente.

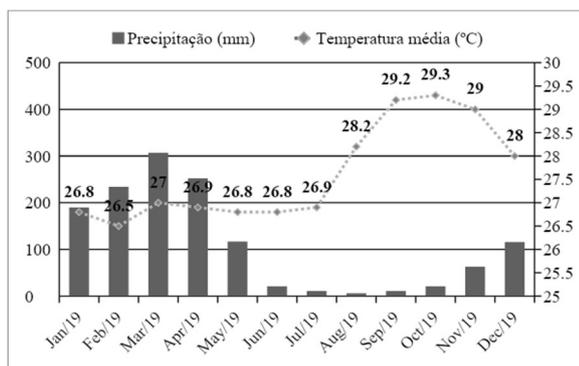


Figura 2: Dados de precipitação e temperatura média da FLONA de Palmares ano de 2019. **Fonte:** Adaptado de INMET¹.

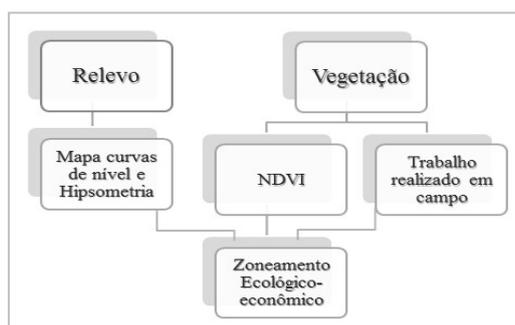


Figura 3: Esquema de elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico da Floresta Nacional de Palmares - dados primários.

As imagens para a confecção do mapa de declividade foram obtidas do radar do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) disponível no site da *U.S. Geological Survey* (USGS). A metodologia utilizada para a caracterização da vegetação da FLONA intercorreu a partir de reconhecimento *in loco* por meio de transectos, onde se procurou percorrer a integralidade da extensão da área da unidade, para assim contemplar todos os comportamentos fitofisionômicos e vegetacionais da área. Para além da verificação *in loco*, a análise do comportamento do elemento flora da unidade, foram utilizados recursos de sensoriamento remoto, com determinação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é a razão entre a diferença das reflectividades das bandas no infravermelho próximo e no vermelho do visível e pela soma dessas mesmas reflectividades.

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação, cujos valores variam no intervalo de -1 a 1 quanto mais próximo de 1 maior a densidade da cobertura vegetal (ROUSE et al., 1973; GAMEIRO et al., 2016). Com os dados de reflectância foi possível obter o NDVI de acordo com a equação 1 de Rouse et al. (1973):

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

Em que: NDVI: é o índice de vegetação por diferença normalizada; ρ_{NIR} é referente à banda do infravermelhopróximo; ρ_{Red} é a banda do vermelho no sensor Landsat 8. Assim, para a realização desta pesquisa foram utilizadas imagens do Landsat 8, sensor OLI. As bandas utilizadas foram a 4 (vermelho) e 5

¹ <http://www.inmet.gov.br/portal/>

(infravermelho-próximo), foram tomadas e utilizadas imagens dos dias 17 de agosto e 02 de setembro de 2019, período de menores índices de precipitação e maiores médias térmicas, assim expondo a vegetação a um período de maior estresse hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Geologia e Pedologia

A FLONA de Palmares integra o conjunto de formações pertencentes à Bacia Sedimentar Paleozóica do Maranhão-Piauí, sob o domínio da Formação Pedra de Fogo, composta de arenitos, siltitos e folhelhos intercalados com leitos de sílex e calcário, lentes de gipsita, com idade referente ao Período Carbonífero (BARBOSA, 2015).

Os solos desenvolvem-se a partir das citadas rochas sedimentares, localmente cobertos por material areno-argiloso contendo extensas rampas, parcialmente dissecados, ocorrendo os tipos: Latossolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Plintossolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Quatzarênicos. Apresentam-se profundos, bem desenvolvidos, de boa drenagem, com nível muito baixo de fertilidade natural e acidez muito forte associada a percentuais representativos de alumínio. Na figura 4, obtido no Plano de Ação Emergencial da FLONA observa-se um solo encontrado na FLONA de Palmares (BARBOSA, 2015).



Figura 4: Solo encontrado na área da Floresta Nacional de Palmares. **Fonte:** Sousa et al. (2018).

O solo da FLONA possui superfície parcialmente coberta por lateritas e cangas em suspensão e pequenos blocos de rocha presos, em estado de laterização, o que indica a formação de um tipo de solo com atributos lateríticos. Na altitude com maior inclinação e declive da vertente, o solo e blocos rochosos apresentam significativo processo de lixiviação, principalmente no corredor da trilha, onde há pouca vegetação e a água escoar com mais facilidade e velocidade. Essa condição contribui para formação de um solo pouco desenvolvido, com presença de cascalho em seu perfil, nas camadas superficiais e subsuperficiais, formando um tipo, popularmente conhecido de solo “pedregoso”, com espessura média de 40 cm (BARBOSA, 2015).

A pedregosidade do solo diminui a capacidade de retenção de nutrientes, principalmente, aqueles nutrientes provenientes do material orgânico fornecido pelas plantas. No entanto, tais condições não

interferem no desenvolvimento da vegetação, embora aparentemente influencie a disposição das espécies sobre o terreno. Algumas plantas, inclusive, parecem mais adaptadas a essas condições de relevo e solo do que a situação de topografias menos elevadas e solo bem desenvolvido (SOUSA et al., 2018).

Relevo e Hipsometria

A FLONA de Palmares está sobre um divisor topográfico, em uma unidade de relevo constituída por superfícies aplainadas e degradadas, dissecadas em formas tabulares entre os talwegues que drenam a água que escoam dos topos e vertentes para os cursos d'água local. Logo se constitui em área de perda de sedimentos (BARBOSA, 2015).

No entanto, para atender às finalidades do zoneamento, é necessário compreender, através dos estudos geomorfológicos, como está configurado o modelado do relevo e quais são os padrões de dissecação que formam arranjos espaciais distintos, analisando-se as porções do território com predisposição à erosão (ALMEIDA, 2006).

Devido à largura de algumas trilhas da FLONA de Palmares serem mais extensas com menor proteção vegetativa, o processo de erosão suave no solo é comum, devido a precipitação direta sobre o solo exposto, onde o escoamento superficial se concentra em linhas de fluxos concentrados gerando pequenos sulcos.

Para o ZEE o estudo detalhado destas áreas é de extrema importância, pois ao indicar as zonas estamos tendo consciência do que é mais indicado de acordo com o relevo apropriado, vegetação e com os solos. A figura 5 mostra o mapa de hipsometria da FLONA de Palmares que varia entre 140 e 220 m.

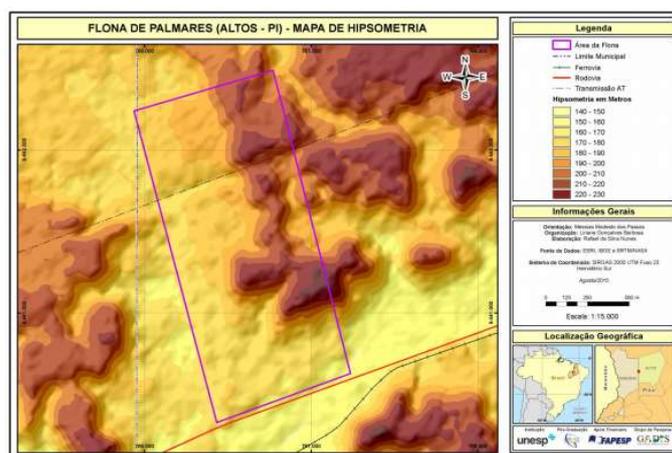


Figura 5: Mapa de Topografia da Floresta Nacional de Palmares. Fonte: Barbosa (2015).

A figura 6 apresenta as classes de declividade conforme classificação da Brasil (1999). A FLONA de Palmares, pelo observado na representação abaixo apresenta áreas planas significativas e áreas de relevo forte ondulado e Montanhoso em boa parte do terreno.

A declividade é uma importante característica física do relevo, a qual pode exercer interferências em vários fenômenos. Essa característica colabora, por exemplo, com o escoamento das águas, pois quanto maior é o trecho em declive, maior será o escoamento da água pela superfície, conseqüentemente arrastando outros materiais para os recursos hídricos superficiais, influenciando a qualidade hídrica, a

infiltração e os processos erosivos pluviais e fluviais (SILVEIRA, 2021).

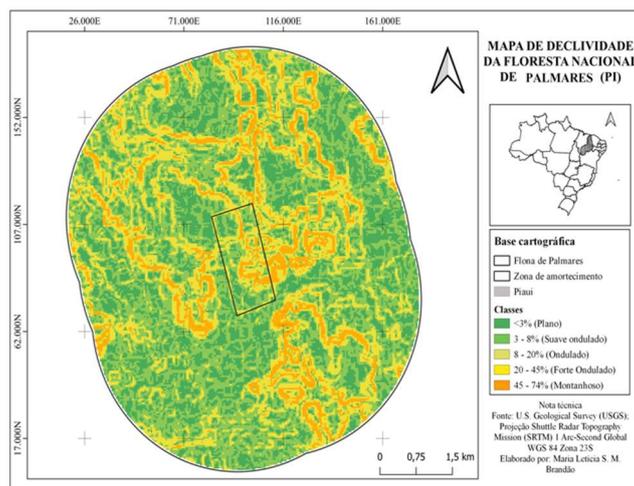


Figura 6: Mapa de declividade da FLONA de Palmares.

O conhecimento dos processos geomorfológicos permite constatar como o conhecimento do relevo é importante para se estabelecerem estratégias de planejamento e gestão dos diferentes territórios que constituem o conjunto de uma superfície (SILVA, 2018).

Componentes Bióticos: Vegetação, uso do Solo e Fauna

A cobertura vegetal exerce papel fundamental na proteção da superfície do solo contra os efeitos dos processos modificadores da forma do relevo. Segundo inventários fitossociológicos já conduzidos na FLONA de Palmares (BARBOSA, 2015) foi possível identificar 63 (sessenta e três) espécies de plantas e 26 (vinte e seis) famílias botânicas as mais representativas na área são da família *Fabaceae*.

O bioma da FLONA de Palmares é definido como sendo uma área de tensão ecológica entre Caatinga e Mata dos Cocais com Floresta Semidecídua e manchas de Cerrado. A vegetação da FLONA Palmares é constituída, quase em sua totalidade, por indivíduos de porte arbóreo e arborescente. O estrato arbóreo é abundante em todo território da FLONA, em termos de cobertura.

A situação fitogeográfica de transição e contato, a que está condicionada a FLONA de Palmares, confere a essa unidade uma diversidade de espécies vegetais nativas, representativas dos principais domínios fitogeográficos brasileiros, onde os mais representativos são Cerrado, Caatinga, e Mata Atlântica (BARBOSA, 2015; SOUSA et al., 2018).

Barbosa (2015) destaca a estratigrafia interna da vegetação com uma grande presença de trepadeiras (lianas), não em termos de quantidade e variedade, mas em volume em quase toda área da FLONA de Palmares. Alguns indivíduos de cipós crescem em forma de touceira, ramificando-se por sobre os demais. Outro tipo de vegetação que foi encontrado na FLONA foi à presença de Bambu (*Bambusa vulgaris*), florestas dominadas por bambus apresentam-se estruturalmente alteradas, especialmente nos estratos intermediários e no dossel.

As florestas com Bambu são formações que demandam extremo cuidado durante as intervenções para a exploração de seus recursos florestais, pois a agressividade e rapidez na colonização de novos espaços

no interior das florestas podem comprometer a regeneração natural de outras espécies e alterar a estrutura e a composição florística. O fato de as florestas com bambu serem do tipo abertas as tornam naturalmente muito mais suscetíveis ao fogo, principalmente as florestas densas (FERREIRA, 2014).

Os diferentes comportamentos de estratificação das espécies florestais da FLONA foram observados conforme detalhamento pelo Índice de vegetação NDVI. E embora diversificado haja um predomínio de áreas com adensamento florestal. A figura 7 mostra os valores obtidos com a classificação do NDVI, os valores que variam entre 0,12 e 0,47. Segundo Rouse et al. (1973) os valores entre 0,2 e 0,8 são pertencentes a vegetações saudáveis.

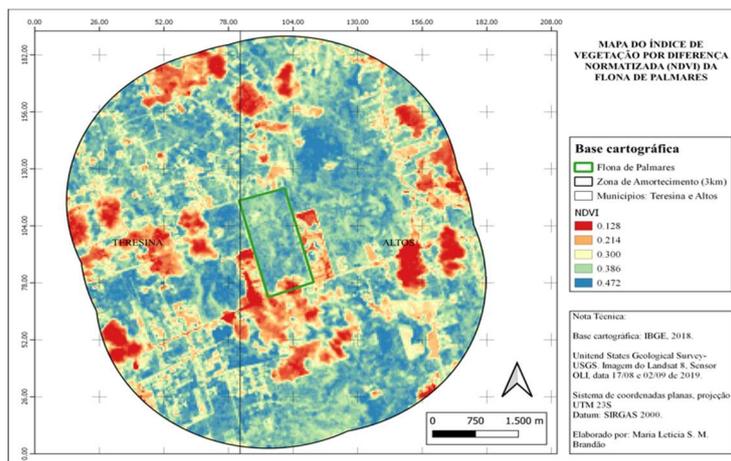


Figura 7: NDVI da Floresta Nacional de Palmares e da Zona de Amortecimento.

As áreas com coloração variando entre os tons de azul claro e escuro são indicativos de áreas vegetativas, os alvos de superfície representados pelas cores laranja e vermelho são indicativos de ausência de cobertura vegetal. Pelo observado na representação acima, foi possível constatar que abundância de vegetação se encontra em maior quantidade sem muitas alterações nas áreas onde há picos de maior declividade. As outras áreas dentro da UC com a classificação mista podem ser em consequência das trilhas que pode ter influenciado na paisagem.

Pereira et al. (2020), em um estudo feito no PARNA das Nascentes do Rio PARNAíba no Piauí, obteve resultados que variaram entre -0,005 e 0,5421, resultados inferiores aos obtidos nessa pesquisa, que pode ser explicado pelo tamanho da área que é significativamente maior que a FLONA de Palmares.

O entorno da FLONA dentro da Zona de amortecimento de 3 km, sofre com alterações expressivas da cobertura vegetal. Empreendimentos e áreas rurais que ganharam grandes proporções ao longo dos anos. Essa área merece atenção, considerando que a zona de amortecimento também influencia na qualidade ambiental da UC. Segundo Brandão et al. (2021) as alterações nas classes de uso e cobertura do solo da zona de amortecimento da FLONA mostram a dinâmica, principalmente das atividades antrópicas.

Assim, com o NDVI é possível analisar os diferentes tipos de cobertura vegetal, isso ajuda na definição de zonas, por oferecer uma visão mais ampla da vegetação da UC (GAIDA et al., 2012). O NDVI é uma ferramenta eficaz na classificação e distribuição global de vegetação de unidades de conservação, ao inferir variabilidades ecológicas e ambientais, produção de fitomassa, radiação fotossintética ativa e a

produtividade de culturas (GAMARRA et al., 2016).

Ressalta-se que o levantamento e o mapeamento de altitude, declividade e índices de vegetação são parâmetros que devem ser considerados no planejamento de uma UC, pois a caracterização desses processos, aliada ao reconhecimento de campo, favorece julgamentos pertinentes, assegurando a conservação do ambiente e possibilita o entendimento da dinâmica de causa e efeito da área avaliada propiciando a identificação de fragilidades ambientais (MAGANHOTTO et al., 2018).

No levantamento *in loco* foi possível levantar indicadores biológicos das condições florestais da UC como alguns fungos em troncos de árvores e líquens em alguns fragmentos de rocha (Figura 8), que segundo Marques (2012) pode ser considerado um indicador de degradação da rocha, como também de qualidade do ar, uma vez que eles são formas de vida sensíveis à poluição. A presença desses indivíduos indica estado de equilíbrio ambiental da floresta e indicam a qualidade do ar, pois são sensíveis à poluição e atestam a condição de umidade da floresta.



Figura 8: Fungos e líquens encontrados na Floresta Nacional de Palmares, 2019.

Os fungos podem ser considerados organismos chaves na regulação dos processos existentes nos ecossistemas devido sua grande variedade de interações com diversos organismos, considerando o fato de que um terço do peso seco da biomassa das florestas consiste de lignina. Além de evitar a depleção de nutrientes e melhorar a estrutura do solo (BETT, 2016).

Referente à fauna os principais dados referentes à FLONA apontam para animais como gato do mato (*Leopardus tigrinus*), paca (*Agouti paca*), cutia (*Dasyprocta aguti*), macaco prego (*Sapajus apella*), macaco guariba (*Alouatta guariba*), sagui de tufo branco (*Callithrix jacchus*), veado catingueiro (*Mazama gouazoubira*), Bicho-preguiça (*Bradypus variegatus*), tatu-verdadeiro (*Dasyplus novemcinctus*), e alguns tipos de morcegos (SOUSA et al., 2018).

As espécies de avifauna dessa unidade têm bastante destaque, podendo ser observadas várias espécies de aves, algumas raras e outras pertencentes ao bioma amazônico. A existência de bebedouros naturais no período de estiagem permite que muitas aves permaneçam em meio à flora da área, sendo assim, um atrativo para os visitantes apreciadores da prática de observação de aves “*birdwatch*”. Uma dessas espécies raras e ameaçada de extinção é a ave *Procnias Averano* conhecida como Araponga do Nordeste. A FLONA é visitada por espécies em rotas migratórias e é ponto de reprodução de muitas outras espécies da fauna silvestre, como o canário (*Serinus canaria*) e o xexeu (*Cacicus cela*). Assim, além de auxiliar na

reprodução das espécies, serve como abrigo, forrageamento e proteção contra caçadores (SOUSA et al., 2018).

Serviços socioambientais e relações das comunidades

A FLONA de Palmares é circundada por propriedades rurais de dimensões variadas, com predomínio de pequenos lotes, sendo a maioria da população residente nos assentamentos, propriedades rurais privadas e denominada populações tradicionais. Algumas dessas são a comunidade Vista Alegre e Mucuí, povoado Bom Gosto e o Assentamento da Reforma Agrária Federal Soturno (INCRA).

Segundo Sousa et al. (2018), as pessoas que moram próximo a UC, relatam não compreenderem os conceitos de UC e Floresta Nacional, porém já se inicia um processo de reconhecimento da importância da unidade para proteção de animais refugiados, preservação da floresta, orientação ambiental e segurança da comunidade, e como espaço recreativo de lazer.

No entanto, a pesquisa é incentivada na FLONA de Palmares, a unidade possui trabalhos de pesquisa desenvolvidos dentro dos limites da área e trabalhos destinados a conscientização da comunidade local sobre a preservação do meio ambiente visando assim à redução e extinção da caça, redução da supressão vegetal dentro da unidade e na zona de amortecimento.

Plano de Ação Emergencial da FLONA

A FLONA de Palmares não obstante da situação de outras unidades de conservação do país, ainda não possui um Plano de Manejo (PM), possui apenas um Plano de Ação Emergencial. Signorati (2018) ressalta que a elaboração do PM é um processo contínuo que precisa de consultas e decisões com base no entendimento das questões ambientais, históricas, culturais e socioeconômicas que caracterizam a UC. E deve ainda refletir um processo lógico de diagnóstico e planejamentos.

Assim, o Plano de Ação Emergencial da FLONA é o único documento que considera a zona de amortecimento da UC, e define um raio de 3 km. Essa zona de amortecimento, é conforme a resolução do Conama nº 428, de 17 de dezembro de 2010, em que as UC's sem plano de manejo devem ter um raio de no mínimo 3 km, nos casos de empreendimentos de significativo impacto ambiental, em que o órgão ambiental licenciador é quem estima a partir de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) (BRASIL, 2010). Ou seja, a Zona de amortecimento é uma zona avaliada e considerada separadamente das outras zonas da unidade de conservação, e que só será definida oficialmente após a construção do plano de manejo.

O SNUC estabelece o PM como ferramenta central do processo de gestão para todas as categorias de UC e estipula que toda unidade deve ter um PM, a ser elaborado em seus primeiros cinco anos de existência. Embora o plano de manejo seja estabelecido por lei e a sua elaboração e implementação seja obrigatória, no Brasil estima-se que apenas cerca de 15% do total de UC no país possuam esse documento (MEDEIROS et al., 2011).

O PM é um instrumento norteador das atividades a serem desenvolvidas na unidade. Ele deve

contemplar a unidade, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos que, eventualmente, façam a conexão entre a unidade e outras áreas protegidas.

Os Planos de Manejo juntamente com o ZEE surgem como instrumentos com a proposta de conservar e proteger os recursos naturais, definindo os setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (SANTOS, 2015).

De posse dos dados físico, bióticos e antrópicos da UC, baseada documentalmente no Plano de Ação Emergencial, assim como dados levantados em estudos acadêmicos prévios e dos levantamentos de dados primários sobre a unidade, por meio da integralização desses, construiu-se uma proposta de ZEE para a FLONA de Palmares.

Zoneamento ecológico-econômico da Floresta Nacional de Palmares

A proposta de Zoneamento Ecológico Econômico da Floresta Nacional de Palmares é resultado da análise integrado dos fatores físico-bióticos através do cruzamento entre esses temas, onde foi possível definir quatro zonas para a FLONA de Palmares, são elas: 1) Zona primitiva; 2) Zona de Preservação; 3) Zona de uso especial; e 4) Zona de uso Conflitante, distribuídas na área da FLONA (Figura 9).

O ZEE visa subsidiar discussões sobre a implementação do planejamento e ordenamento territorial (ROBAINA et al., 2019) e com isso dando suporte ao ordenamento territorial da unidade e o manejo correto das atividades que ocupam cada zona. Abaixo estão as características das zonas organizadas em quadros.

A zona primitiva considerou-se um dos principais nichos de ecoturismo oferecidos pela unidade que é o “*birdwatching*” (observação de aves). Uma das espécies raras e exóticas de avifauna que a FLONA abriga é a rara Araponga do Nordeste (*Procnias Averano*), foram consideradas também as trilhas que é outro atrativo da FLONA de Palmares, conforme Quadro 1. Essa zona obteve altos valores de aporte de serapilheira acumulada sob o piso da floresta, conforme um estudo feito por Brandão et al. (2020), essa área possui uma vegetação muito densa, assim, sendo um importante via de transferência de nutrientes para o solo.

Em um estudo realizado por Brandão et al. (2020), em que foi realizado um levantamento da quantificação de biomassa aérea na FLONA de Palmares, as parcelas que obtiveram maiores valores de biomassa aérea estão inseridas no centro da zona primitiva e ao fundo da UC na zona de preservação, ressaltam ainda que são áreas com maiores altitudes e bem conservadas.

Na zona de Preservação foram levadas em consideração a altitudes e declividades da unidade, áreas que contenham vários ambientes, como aquelas que são oferecidas pelo relevo muito recortado, devem merecer maior proteção. As diferenças acentuadas de altitude também ocasionam visíveis modificações na vegetação. Área em que o NDVI mostrou maiores índices de vegetação (Quadro 2).

A zona de uso especial foi destinada à sede da unidade, onde se encontra os empreendimentos administrativos e veículos da UC. Abaixo está a caracterização da respectiva zona. Compreende uma área de 3ha, 1% do zoneamento, conforme Quadro 3.

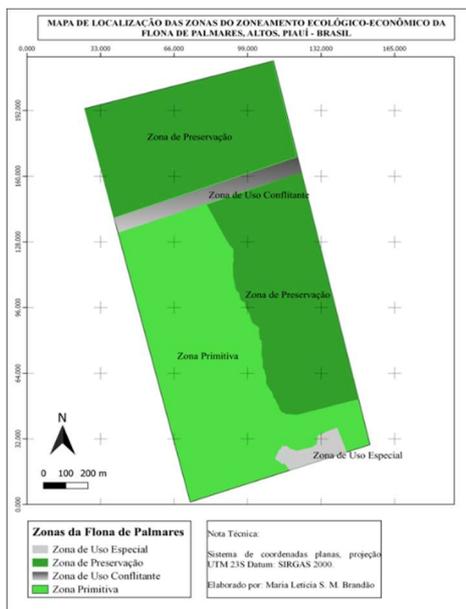


Figura 9: Mapa de localização das zonas da Floresta Nacional de Palmares.

Quadro 1: Características da Zona Primitiva.

ZONA PRIMITIVA	
Características	A Zona Primitiva ocupa uma parcela bastante significativa da UC, o que corresponde a 41% (70,43ha) da FLONA. Essa zona por suas características de visitação ela engloba maior parte das trilhas da unidade.
Objetivos	Preservação do ambiente Facilitar as atividades de pesquisa científica e tecnológica, educação ambiental e permitir formas primitivas de recreação.
Usos Permitidos	Pesquisa; Proteção; Educação ambiental; Visitação restritiva e de baixo impacto, não sendo admitida a implantação de qualquer infraestrutura.
Ações de Manejo	Pesquisa; Monitoramento ambiental; visitação; e fiscalização. A pesquisa ocorrerá exclusivamente com fins técnicos e científicos, não sendo admitidos as que possam causar danos ao meio ambiente. As atividades permitidas não poderão comprometer a integridade dos recursos naturais. Os visitantes, pesquisadores e o pessoal da fiscalização serão advertidos para não deixarem lixo nessas áreas. Não serão permitidas quaisquer instalações de infraestrutura. É proibido o tráfego de veículos nesta zona, exceto em ocasiões especiais, em casos de necessidade de proteção da Unidade. A fiscalização será constante, nesta zona.

Quadro 2: Características da Zona Preservação.

ZONA DE PRESERVAÇÃO	
Características	Essa zona ocupa 52% (87,6 ha) do território da FLONA. É caracterizada por sua alta declividade em alguns pontos chegando à 368 m de altura. Foi considerado também o elevado grau de conservação dessa área.
Objetivos	Preservação, visando garantir a evolução natural.
Usos Permitidos	Pesquisa restritiva, quando impossível de ser realizada em outras zonas da Unidade; Proteção (em casos de evidência de desmatamento, caça, pesca ou fogo).
Ações de Manejo	Não será permitida a visitação, manejo florestal, ou exploração dos recursos naturais a qualquer título. As atividades humanas serão limitadas à pesquisa, ao monitoramento e à fiscalização, exercidas somente em casos especiais. Pesquisas que causem impacto aos recursos naturais, não serão admitidas. A pesquisa ocorrerá exclusivamente com fins científicos, desde que não possa ser realizada em outras zonas. A fiscalização será eventual, em casos de necessidade de proteção da zona, contra caçadores, roubo de madeira, fogo e outras formas de degradação ambiental. As atividades permitidas não poderão comprometer a integridade dos recursos naturais. Não serão permitidas quaisquer instalações de infraestrutura.

Quadro 3: Características da Zona de Uso Especial.

ZONA DE USO ESPECIAL	
Características	Essa zona está localizada nas áreas que compreende os empreendimentos administrativos da unidade é a zona que está próxima à entrada principal da FLONA, conseqüentemente há um maior fluxo de veículos.
Objetivos	Minimizar o impacto da implantação das estruturas existentes na zona da sede da Unidade.
Usos Permitidos	Implantação de infraestrutura necessária à administração; pesquisa; e proteção.
Ações de Manejo	Esta zona é destinada a conter a sede da UC e a centralização dos serviços da unidade, não comportando visitação. As construções e reformas deverão estar de acordo com a proteção ambiental. O estacionamento de veículos nesta zona somente será permitido aos funcionários e prestadores de serviços, os veículos deverão transitar em baixas velocidades e será proibido o uso de buzinas. Esta zona deverá conter locais específicos para a guarda e o depósito dos resíduos sólidos gerados na Unidade, os quais deverão ser removidos para o aterro sanitário público mais próximo, fora da UC. A matéria orgânica gerada nas Unidades de Conservação localizadas em áreas remotas deverá sofrer tratamento local, exceto queima. A fiscalização será permanente nesta zona. O tratamento dos esgotos deve priorizar tecnologias alternativas de baixo impacto

Com relação à zona de uso conflitante, considerou-se a linha de transmissão de energia da Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco-CHESF, que cruza no interior da unidade. Essa zona compreende uma área de 7 ha, 4% do zoneamento (Quadro 4).

Quadro 4: Características da Zona de Uso Conflitante, 2020.

ZONA DE USO CONFLITANTE	
Características	Essa zona está localizada no interior da FLONA é uma zona com a cobertura vegetal quase toda comprometida, devido à localização de uma das trilhas da unidade a LTS e a linha de transmissão de energia da Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco-CHESF.
Objetivos	Consentir a situação existente, estabelecendo procedimentos que minimizem os impactos sobre a UC.
Usos Permitidos	Fiscalização e proteção.
Ações de Manejo	Os serviços de manutenção do empreendimento deverão ser sempre acompanhados por funcionários da UC. Em caso de acidentes ambientais a chefia da UC deverá buscar orientação para procedimentos na Lei de Crimes Ambientais (9.605/98). Os riscos representados por estes empreendimentos deverão ser definidos caso a caso e deverão subsidiar a adoção de ações preventivas e quando for o caso mitigador. A fiscalização deve ser intensiva nessa zona.

Para cada zona foi realizada a sua caracterização a partir do levantamento de dados que foram estudados e que subsidiam o manejo para cada zona da unidade, os objetivos, uso, e ações de manejo que devem ser seguidas e complementadas para a garantia da manutenção do ordenamento dentro de cada área, estão de acordo com o Roteiro metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais de Fernandes (2009). O ZEE da FLONA foi proposto a partir da análise do meio físico, e biótico, bem como a análise do território para indicar zonas de potencial ou de fragilidade ambiental, em conjunto com as geotecnologias.

Campos et al. (2020), ao propor o zoneamento ambiental do Parque Estadual Mata do Pau Ferro usando geotecnologias, estabeleceram sete zonas distribuídas em três graus de intervenção (baixo, médio e alto). Em um estudo realizado por Borisov et al. (2020), após zonestar a Ilha Russkiy localizada na Rússia, concluiu que ao caracterizar a organização da paisagem em zonas protegidas é fundamental para uma gestão equilibrada do sistema econômico e para realização dos princípios do desenvolvimento sustentável do território.

Liu et al. (2016), ao fazer um levantamento de informações dos 12 fatores ambientais selecionados para a elaboração do zoneamento ecológico em Bohai Rim na China, consideraram fatores como clima, declividade, NDVI, tipos de cobertura de solo, e assim como no presente estudo obtiveram resultados satisfatórios para a classificação das zonas a partir desses fatores.

A contribuição mais importante dessa pesquisa é fornecer uma visão ecológica clara da FLONA de Palmares para a sociedade, como também pode ser um guia de trabalho para unidades de conservação com fins de proteção semelhantes. Além de servir como um documento norteador para a elaboração do Plano de manejo da FLONA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O zoneamento da FLONA de Palmares configura-se como etapa determinante para a elaboração de um Plano de Manejo e sua delimitação deve fundamentar-se no entendimento da natureza, de suas funções e limitações.

Esses resultados auxiliaram na verificação das áreas mais vulneráveis, como também na importância do meio físico-biótico da FLONA, que através dessas informações foi possível construir uma análise detalhada para a definição de zonas específicas de acordo com as características e necessidades de cada área para o ZEE da FLONA de Palmares.

A avaliação do meio físico-biótico (relevo e vegetação) obtiveram um resultado satisfatório, com a integração desses parâmetros foi possível definir quatro zonas para a Floresta Nacional de Palmares, 1) Zona Primitiva, 2) Zona de Preservação, 3) Zona de Uso Especial e 4) Zona de Uso Conflitante.

A definição das zonas primitiva e de preservação comprova que a FLONA possui uma vegetação bem conservada, ratificando a importância biológica extrema que precisa ser preservada e conhecida pela ciência.

A metodologia usada se adequou aos aspectos da FLONA, resultando em uma delimitação dessas zonas (quatro), voltadas unicamente para a preservação e garantia da qualidade ambiental natural e capital natural da UC, considerando principalmente a manutenção da biodiversidade, assim como as relações simbióticas com as comunidades do entorno e convívio da FLONA de Palmares.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, M. J. L.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ALMEIDA, N. V.. **Proposta de zoneamento ecológico econômico para a área de proteção ambiental (APA) estadual de Tambaba, Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

BARBOSA, L. G.. **Análise de sistemas em biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

BETT, C. F.. **Cultivo artesanal do cogumelo shiitake: uma potencial atividade para agroecossistemas sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

BORISOV, R.; GANZEI, K.. Legal ecological zoning with estimation of complexity of the landscape organization of the protected zones of Russkiy Island. *E3S Web of Conferences*, n.157, p.1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015703008>

BRANDÃO, M. L. S. M.; IWATA, B. F.; ALENCAR, G. S.; CARVALHO, S. P.; ALMEIDA, K. S.; SILVA, C. M. A.; ROCHA, I. L.; SOUSA, M. C. B.. Biomassa aérea e NDVI em zona ecotonal cerrado-caatinga da FLONA de Palmares, Altos, Piauí, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, n.5, p.463-470, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0042>

BRANDÃO, M. L. S. M.; ALMEIDA, K. S.; ROCHA, I. L.; ALENCAR, G. S.; IWATA, B. F.. Biomassa de serapilheira acumulada da Floresta Nacional de Palmares, Altos-Pi. In: REUNIÃO

NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Anais*. Recife: UFRPE, 2020.

BRANDÃO, M. L. S. M.; SILVA, F. C. P.; FORTES, A. C. C.; ALENCAR, G. S.; ROCHA, I. L.; IWATA, B. F.. O papel das zonas de amortecimento na efetividade da proteção ambiental da Floresta Nacional de Palmares, Piauí, Brasil. *Revista Ciência Florestal*, v.31, p.1789-1811, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509848035>

BRASIL. **Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências - SNUC. Brasília: DOU, 2000.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: DOU, 1981.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 428, de 17/12/2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC). Brasília: DOU, 2010.

BRASIL. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

COSTA, W. M.. Ordenamento territorial e Amazônia: vinte anos de experiências de zoneamento ecológico e econômico. *Revista do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA*, Belém, n.1, p.1-28. 2016.

CAMPOS, J. O.; LIMA, V. R. P.. Proposta de Zoneamento Ambiental para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Paraíba, Brasil, *Physis Terrae*, Guimarães, n.1, p.19-46, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2425>

DORNELES, A. C. B.. O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano. *Revista Cadernos*

da Escola de Direito e Relações Internacionais, Curitiba, n.1, p.452-457, 2017.

FERNANDES, C. H. V.. **Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais**. Brasília: ICMBio. 2009.

FERREIRA, E. J. L.. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Revista Ciência e Cultura**, Campinas, n.3, p.46-51, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000300015>

GAIDA, W.; PEREIRA, W. F.; WACHHOLZ, F.; KONRAD, C. G.. Dynamics of vegetation and land use using the NDVI in the Alto Jacuí river basin. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n.23, p.684-698, 2012.

GAMARRA, R. M.; TEIXEIRA, M. C. G.; CARRIJO, M. G. G.; PARANHOS, A. C. F.. Use of NDVI in analysis of structure vegetation and protection effectiveness of conservation unit in the cerrado. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v.37, p.307-332, 2016.

GAMEIRO, S.; TEIXEIRA, C. P. B.; SILVA, T. A. N.; LOPES, M. F. L.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; ZIMBACK, C. R. L.. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista Terræ**, Campinas, v.13, n.1-2, p.15-22, 2016.

LIU, X.; LIU, L.; PENG, Y.. Ecological zoning for regional sustainable development using an integrated modeling approach in the Bohai Rim, China. **Ecological Modelling**, v.353, p.158-166, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.09.027>

LOPES, J. C. R.. **Floresta Nacional: implantação, gestão e estudo de caso**, FLONA de Palmares. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

MAGANHOTTO, R. F.; LOHMANN, M.; CUNICO, C. A.. Correlação entre os índices de representação do relevo e o grau de permissividade das zonas de manejo no planejamento ambiental de unidades de conservação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA E GESTÃO TERRITORIAL. **Anais**. Londrina, 2018.

MARQUES, M. B. S.. **Diversidade e Ecologia dos Macrofungos do Jardim Botânico da Universidade de Coimbra**. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território) - Universidade de Porto, Porto, 2012.

MEDEIROS, R.; PEREIRA, G. S. Evolução e implementação dos planos de manejo em parques nacionais no estado do Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, Viçosa, n.2, p.279-288, 2011.

OLIVEIRA, A. V. L. C.; CESTARO, L. A.. Os instrumentos de planejamento ambiental territorial e suas aplicações no âmbito municipal: uma análise do plano diretor e exercícios de zoneamento. **Revista Geografia em Questão**, n.1, p.115-128, 2020.

SILVEIRA, J. H. P.. **Meio Ambiente, sustentabilidade e tecnologia**. Belo Horizonte: Poisson, 2021.

ROUSE, J. W.; HAAS, H. R.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE - 1 SYMPOSIUM, 3. **Anais**. Washington: NASA, 1973.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/4495187680044091584990248054507007864667408696135652067956115778681127300097/>