

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS – CCHB
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA - DBIO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LEONARDO SILVA DINIZ

**CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA FLORESTA
NACIONAL DE CAPÃO BONITO – SP**

Sorocaba - SP

2026

LEONARDO SILVA DINIZ

**CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA FLORESTA
NACIONAL DE CAPÃO BONITO - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Bacharelado em Ciências Biológicas
pela Universidade Federal de São Carlos,
campus Sorocaba.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Cassio José
Montagnani Figueira

Sorocaba - SP

2026

Diniz, Leonardo Silva

Caracterização da Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito - SP / Leonardo Silva Diniz -- 2026.
58f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Cassio José Montagnani Figueira
Banca Examinadora: Maurício Cetra, André Guilherme
Bibliografia

1. Zona de Amortecimento. 2. Floresta Nacional de Capão Bonito. 3. Uso e Cobertura do Solo. I. Diniz, Leonardo Silva. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

Folha de aprovação

Leonardo Silva Diniz

“Caracterização da Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito - SP”.

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba

Sorocaba, 10 de julho de 2026.

Orientador

Prof. Dr. Cassio José Montagnani Figueira

 Documento assinado digitalmente
CASSIO JOSE MONTAGNANI FIGUEIRA
Data: 11/07/2026 10:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 1

Prof. Dr. Maurício Cetra

 Documento assinado digitalmente
MAURICIO CETRA
Data: 10/07/2026 12:21:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro 2

Me. André Guilherme

 Documento assinado digitalmente
ANDRE GUILHERME
Data: 13/07/2026 10:38:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer meus pais, Lucimara e Claudionor, que me apoiaram em todos esses anos de graduação e foram fundamentais para minha permanência em Sorocaba. Agradeço também meus irmãos Cláudio e Marcelo, por todas as conversas, conselhos e momentos de descontração em todos esses anos. Obrigado por tudo.

Gostaria de agradecer minha namorada Julia, por todo apoio e companheirismo durante minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica. Por sempre estar ao meu lado acreditando e me incentivando, muito obrigado.

Agradeço a Universidade Federal de São Carlos por proporcionar um ensino público gratuito e de qualidade, pela infraestrutura e instalações que permitiram me desenvolver como estudante e profissional de Biologia. Gostaria de agradecer a todos os professores e técnicos que tive a oportunidade de conhecer durante a graduação, pelos ensinamentos em sala de aula e em laboratórios. E agradecer a todos os funcionários do *campus* que contribuem de alguma forma para proporcionar um ambiente limpo e digno para se estudar e trabalhar.

Gostaria de agradecer ao meu orientador e Professor, Cassio José Montagnani Figueira, por ter me acolhido como orientando, e que me guiou durante o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso, meus sinceros muito obrigado.

Gostaria de agradecer a RepubliCana, que além de me abrigarem em Sorocaba, se tornaram minha segunda família. Obrigado por todos os momentos vividos, de todos os perrengues superados juntos.

Gostaria de agradecer à minhas amigas que conheci durante a graduação Nathalia Aires (Sabu) e Maria Celeste, que aguentaram e apaziguaram meus surtos durante a graduação.

Gostaria também de agradecer a toda equipe da Divisão de Licenciamento Ambiental, da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, por me permitirem realizar o estágio em um ambiente de qualidade e acolhedor. Agradeço as lideranças que conheci lá, Angélica, Amanda, Leticia e Rafaela.

Por fim, gostaria de agradecer a mim mesmo, por ter apostado nessa oportunidade de ingressar em uma universidade pública, mudar de cidade e morar sozinho. Não foi fácil, mas me sinto orgulhoso de quem me tornei hoje

RESUMO

Ao longo da história, a humanidade foi responsável por inúmeras alterações ao meio ambiente e pelo alto consumo de recursos naturais. Diante disso, a sociedade em diferentes localidades pelo mundo tem buscado medidas de recuperação ambiental e práticas conservacionistas, para alcançar um desenvolvimento sustentável entre novas tecnologias e o meio ambiente, sendo a criação de Áreas Protegidas, uma das principais estratégias mundiais para a conservação. No Brasil, a Lei 9.985 de 2000 estabelece diferentes categorias de Unidade de Conservação. Um dos mecanismos para proteger uma UC é o estabelecimento de uma área em seu entorno, que tem como função filtrar e proteger o interior da unidade de pressões antrópicas, chamada de Zona de Amortecimento. Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar e caracterizar a Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito, através do uso e cobertura do solo, NDVI e métricas da paisagem, para promover a o debate público sobre sua importância. Através da análise do Uso e Cobertura do Solo da FLONA, foi possível identificar uma paisagem predominada pela produção agrícola de soja, com uma matriz heterogênea. As métricas da paisagem indicaram uma fragmentação da ZA, com os fragmentos desconexos entre si e suscetíveis a efeitos de borda. Também foi analisada a legislação vigente da Zona de Amortecimento e o uso conflitante do solo em função da presença da produção de soja e da estrada próxima a UC. Por fim, este trabalho apresentou alternativas para mitigar os impactos causados na Zona de Amortecimento. Uma proposta sugerida foi a da implantação de fato da Zona de Amortecimento, o aumento para uma área de 10 km do entorno da UC e a adoção de modos de produções agrícolas sustentáveis, como a implantação de Sistemas Agroflorestais.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; Zona de Amortecimento; Uso e Cobertura do Solo; NDVI; Métricas de Paisagem; Fragmentação; desconectividade; Efeito de Borda.

ABSTRACT

Throughout history, humanity has been responsible for countless changes to the environment and for the excessive consumption of natural resources. In light of this, societies in various parts of the world have sought environmental restoration measures and conservation practices to achieve sustainable development that balances new technologies with the environment, with the creation of Protected Areas being one of the world's primary conservation strategies. In Brazil, Law 9.985 of 2000 establishes different categories of Conservation Units. One of the mechanisms for protecting a Conservation Unit is the establishment of a surrounding area—known as a Buffer Zone—whose function is to filter and protect the interior of the unit from anthropogenic pressures. In light of this, the objective of this study is to analyze and characterize the Buffer Zone of the Capão Bonito National Forest through an analysis of land use and land cover, NDVI, and landscape metrics, in order to foster public debate on its importance. Through an analysis of land use and land cover in the Capão Bonito National Forest (FLONA), we identified a landscape dominated by soybean farming, with a heterogeneous matrix. Landscape metrics indicated fragmentation of the Buffer Zone, with fragments disconnected from one another and susceptible to edge effects. The current legislation governing the Buffer Zone and conflicting land use due to soybean production and the road near the Conservation Unit were also analyzed. Finally, this study presented alternatives to mitigate the impacts on the Buffer Zone. One proposed solution was the effective implementation of the Buffer Zone, expanding it to a 10 km radius around the protected area and adopting sustainable agricultural practices, such as the implementation of agroforestry systems.

Keywords: Conservation Units; Buffer Zone; Land Use and Land Cover; NDVI; Landscape Metrics; Fragmentation; Disconnectivity; Edge Effect.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de identificação da área de estudo da Floresta Nacional de Capão Bonito, apresentando a área da Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento	23
Figura 2 – Mapa sobre o uso e cobertura do solo, da Zona de Amortecimento da FLONA de Capão Bonito	33
Figura 3 - Mapa com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área da FLONA de Capão Bonito	34
Figura 4 – Gráfico com a média anula do NDVI	35
Figura 5 – Gráfico com média anula do NDVI	35

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Metadados utilizados para interpretação geoespacial	26
Quadro 2 – Imagens de satélite, utilizadas na interpretação geoespacial e produção de produtos cartográficos	27
Quadro 3 – Bandas, comprimentos de ondas e resolução dos sensores do satélite utilizado	28
Quadro 4 – Tipos de classificação e suas respectivas definições	29
Quadro 5 - Informações sobre as métricas da paisagem utilizadas, com suas respectivas unidades, equação/metodologia e descrição	31
Tabela 6 – Resultados obtidos para área e a proporção da paisagem para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais	37
Tabela 7 - Resultados obtidos para número de fragmentos, tamanho médio (em metros quadrados) e índice do maior fragmento (em porcentagem), para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais	38
Tabela 8 - Resultados obtidos para a densidade de borda, para distância euclidiana do vizinho mais próximo e para o índice de divisão, para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivos gerais	22
2.2. Objetivos específicos	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1. Área de estudo	23
3.2. Legislação vigente	24
3.3. Metadados	25
3.4. Interpretação e elaboração de produtos cartográficos	27
3.5. Uso e Cobertura do Solo	27
3.6. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada	29
3.7. Métricas da paisagem	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Uso e Cobertura do Solo	32
4.1.1. Interpretação visual	32
4.1.2. NDVI	33
4.1.3. Heterogeneidade da paisagem	36
4.2. Métricas da Paisagem	36
4.2.1. Métricas de Composição da Paisagem	36
4.2.2. Métricas de Paisagem de Fragmentação	37
4.2.3. Métricas de Paisagem de borda e conectividade	39
4.3. Efeitos da presença agrícola na zona de amortecimento	41
4.4. Proposta de melhorias para a zona de amortecimento	43
4.4.1. Aumento da zona de amortecimento e a criação de corredores ecológicos	43
4.4.2. Alternativas para uso sustentável da zona de amortecimento	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

A Revolução industrial desencadeou uma série de transformações tecnológicas, econômicas e políticas em toda sociedade (BARBIERI, 2018). Além disso, observou-se um acentuado aumento no uso dos recursos ambientais no processo produtivo (FARIA, 2013). Segundo Primack 2001, a lista de transformações de sistemas naturais que estão diretamente relacionadas a atividade humana é longa, como a diminuição de inúmeras espécies, destruição de habitat, o esgotamento de recursos naturais, entre outros. Com a intensificação da pressão antrópica sobre o ambiente, ocorre um intenso processo de substituição das paisagens naturais por outros usos e coberturas de solo (FARIA, 2013). Diante disso, a sociedade de diferentes localidades pelo mundo tem buscado medidas de recuperação ambiental e práticas conservacionistas, para alcançar um desenvolvimento sustentável entre novas tecnologias e o meio ambiente.

Neste contexto, a criação de Áreas Protegidas é uma das principais estratégias mundiais para a conservação e manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dos ecossistemas naturais (TOPPA et al, 2013). O estabelecimento de uma Área Protegida pode ser feito de muitas maneiras, mas comumente ocorre através de ação governamental (na esfera federal, estadual ou municipal) ou através da aquisição de terras por pessoas físicas (ou jurídicas) e organizações de conservação (PRIMACK 2001).

No Brasil, Unidades de Conservação surgiram pela criação do Parque Nacional de Itatiaia e com os Parques do Iguaçu, Serra dos Órgãos e Sete queda, em 1937 e 1939 respectivamente. Após esse momento, a Constituição Federal (CF) de 1988, no artigo 225, estabeleceu que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes futuras gerações” (BRASIL, 1988). Com a promulgação da Lei de número 9.985 de 18 de julho de 2000, foi estabelecido o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que estabelece normas para a

criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação (UC). Em definição nesta lei, unidade de conservação é todo o espaço territorial e seus recursos ambientais, com o objetivo de conservar e estabelecer os seus limites, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Enquanto o Decreto Federal 4.340/2002 regulamenta diversos artigos do SNUC, a lei 9.985/2000 também divide as UCs em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

As Unidades de Conservação de Uso Sustentável, tem como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos, ou seja, tem a capacidade do uso ser repetido ou continuado em um futuro previsível (BRASIL, 2000; TOWNSEND et al 2010). Então, dentre as categorias que compõem o grupo de Uso Sustentável, se encontra a Floresta Nacional (FLONA), que segundo o artigo 17 da lei 9.985/2000, é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, utilizando-se de métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Além disso, a FLONA é de posse e domínio público e áreas particulares em seus limites devem ser desapropriadas, é permissiva em relação a permanência de populações tradicionais e permite a visitação pública (BRASIL, 2000).

Um outro ponto de interesse da lei 9.985/2000 é o estabelecimento de uma importante ferramenta para a gestão de uma Unidade de Conservação, o Plano de Manejo (PM), sendo um documento técnico que, baseado nos objetivos de manejo de uma UC, estabelece o seu zoneamento e as normas que irá definir o uso da área e o manejo de recursos naturais (TOPPA et al, 2013; BRASIL, 2000).

Uma importante categoria de zoneamento de uma Unidade de Conservação, é a zona de amortecimento (ZA), estabelecida no entorno de uma UC, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com a função de minimizar os impactos negativos sobre a unidade e diminuir o efeito de borda, causado pela fragmentação do ecossistema (BRASIL, 2000; TOPPA et al, 2013).

O sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas que tem como objetivo coletar informações espaciais sobre a superfície da Terra (bem como sobre os

oceanos e atmosfera) à distância, utilizando-se de diferentes tipos de sensores, aeronaves ou satélite (TURNER et al, 2017). Ele possibilita a visualização e manipulação de dados com base em imagens e mapas, integrando diferentes tipos de dados, que podem ser utilizados para subsidiar diagnósticos ambientais, elaboração de zoneamento e previsão de cenários futuros, sendo importante ao apoio a tomada de decisão (TOPPA et al, 2013)

A Ecologia da Paisagem enfatiza a interação entre o padrão espacial e os processos biológicos, ou seja, a análise considera a vizinhança da área estudada, em diferentes escalas espaciais e temporais, para entendermos as causas e consequências da heterogeneidade espacial (FIGUEIRA, 2013; TURNER et al, 2015). Para entender essa interação entre padrões espaciais e processos biológicos, é necessário quantificar esse padrão para relacioná-lo a um processo. Essa quantificação ocorre através das métricas de paisagem, que embasam uma base de análise que auxiliam os critérios de planejamento e o manejo em uma paisagem fragmentada. A aplicação das métricas de paisagem tem potencializado a qualidade de decisões tomadas com o objetivo de conservar a biodiversidade (FIGUEIRA, 2013).

O presente trabalho visa caracterizar a zona de amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito, analisando o uso e cobertura de solo e aplicando métricas da paisagem estratégicas para a análise do padrão espacial e com isso, embasar e promover a discussão pública sobre a função e uso da zona de amortecimento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo analisar e caracterizar a zona de amortecimento da Floresta Nacional do Capão Bonito, utilizando-se de ferramentas de sensoriamento remoto, técnicas de geoprocessamento e análise de métricas da paisagem, com a intenção de fornecer subsídios para o gestor ambiental de Unidades de Conservação, e promover o debate público sobre o uso e função da Zona de Amortecimento.

2.2. Objetivos Específicos

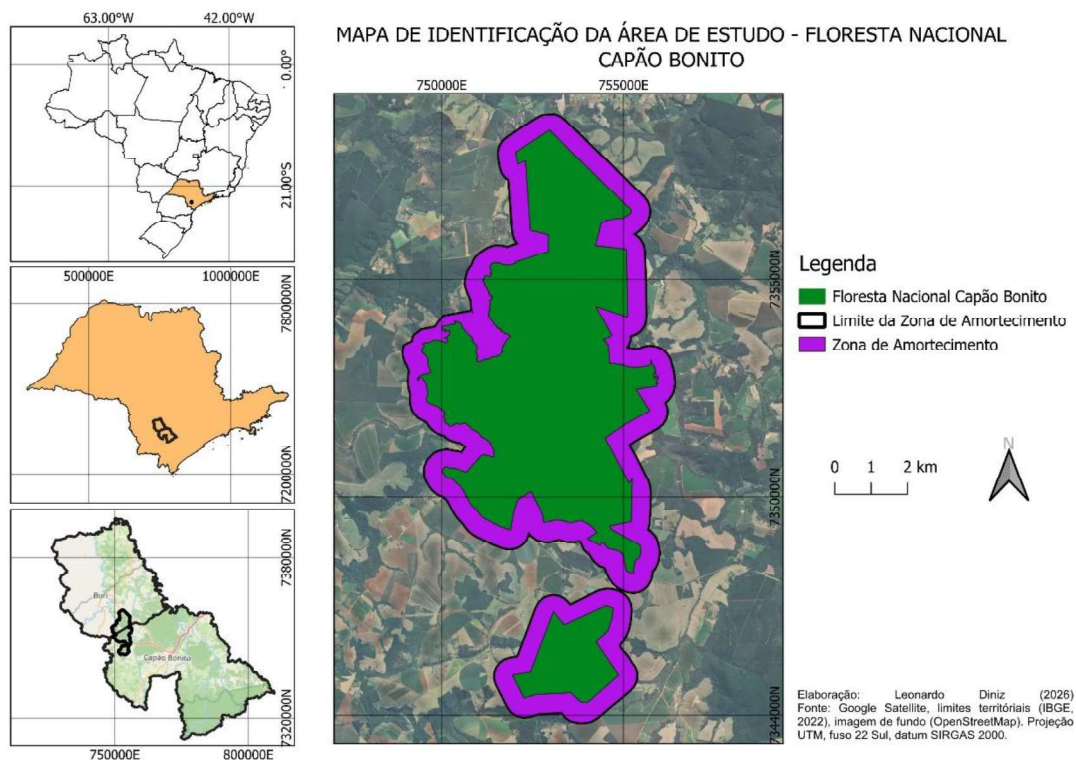
- Analisar e discutir os diferentes usos de solo presentes na Zona de Amortecimento, através de interpretação visual e com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI);
- Avaliar e discutir a composição, fragmentação, conectividade e borda, através de métricas de paisagem.
- Caracterizar a Zona de amortecimento, fazendo uma análise da legislação vigente e discutir as oportunidades e fragilidades para a delimitação da Zona de Amortecimento, considerando a realidade da Floresta Nacional de Capão Bonito.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A Floresta Nacional de Capão Bonito (FNCB) foi criada pela Portaria 558 de 25 de outubro de 1968 e está localizada no estado de São Paulo, abrangendo parte dos municípios de Capão Bonito e Buri (ICMBio, 2018), com as coordenadas geográficas 23°54'30.6" Latitude Sul 048°30'33.1" Longitude Oeste. Possui uma área de 4344,33 hectares (figura 1), sendo 2141,72 hectares em Buri e 2104,77 hectares em Capão Bonito.

Figura 1: Mapa de identificação da área de estudo da Floresta Nacional de Capão Bonito, apresentando a área da Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento (Elaborado pelo autor, 2026).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A FLONA de Capão Bonito está inserida em uma zona de tensão ecológica entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, o que possibilita uma composição

única de espécies. A UC possui os seguintes tipos de vegetação: Savana, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. As formações vegetais da FLONA de Capão Bonito são caracterizadas pela Floresta com Araucária e Pinus, e diferentes níveis de vegetação nativa de estratos inferiores originadas de processos de sucessão natural. Também possui formação vegetal característica de matas ciliares dos banhados, das áreas úmidas e de várzea da UC (ICMBio, 2018). E de acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, a UC se localiza na Bacia do Alto Paranapanema.

Em relação ao clima, a Floresta Nacional de Capão Bonito está inserida em uma zona climática caracterizada por um clima mesotérmico, com chuvas no verão e verões quentes (ICMBio, 2018). Já em relação ao relevo da UC, ela está localizada na Depressão Paranapanema, apresentando uma paisagem uniforme, com colinas alongadas e de inclinação suave (ICMBio, 2018).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a FNCB é classificada como “Área Prioritária para a Conservação”, além disso recebe o grau máximo na classificação de importância biológica, o que demonstra a relevância desta unidade para conservação da biodiversidade. Além disso, a FLONA pode contribuir para o desenvolvimento sustentável local e regional, através do turismo e do uso sustentável de seus recursos naturais (ICMBio, 2018).

Para realizar sua caracterização, o presente trabalho utilizou-se do memorial descritivo presente no plano de manejo da FNCB para elaborar a zona de amortecimento (ZA) da Unidade de Conservação. Conforme estabelecido no Plano de Manejo da FNCB, a ZA se localiza no entorno da UC, e tem os limites definidos pela Resolução CONAMA 428/2010, de 500 m do limite da FLONA (figura 2), com adequação do limite por meio de rios, estradas e divisas de propriedades.

3.2. Legislação vigente

A Floresta Nacional de Capão Bonito, teve seu plano de manejo aprovado através da portaria nº 375 de 2018. E através dele, é proposto uma Zona de Amortecimento de 500 m a partir do limite da FNCB. A ZA tem como objetivo o

amortecimento de atividades antrópicas com grande potencial de degradação sobre o espaço natural das unidades de conservações (RIBEIRO; FREITAS; COSTA, 2010 apud SANTOS, 2025). E com isso, diminuir os impactos da fragmentação, da conectividade e o efeito de borda na UC. Para isso é necessário que as atividades que ocorram dentro dessa área sigam as normas e restrições específicas para a ZA.

Até o presente momento em que este trabalho foi escrito, a Zona de Amortecimento da FLONA de Capão Bonito não foi implantada na área proposta. Ela é regulada através da resolução CONAMA nº 428/2010, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos com significativo impacto ambiental, tanto para UC quanto para a ZA, e que também só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da Unidade. De acordo com o segundo parágrafo do Art. 1º dessa resolução, empreendimentos que necessitam apresentar EIA/RIMA (como por exemplo, estradas, rodovias, ferroviárias, linhas de transmissão de energia, entre outros) e que estão localizados numa faixa 3 mil metros a partir dos limites da UC, em que a ZA não esteja estabelecida, durante o prazo de 5 anos contados a partir da publicação da resolução, devem se submeter aos processos de licenciamento ambiental. Já os empreendimentos que não necessitam de apresentação de EIA/RIMA (como por exemplo, indústrias de pequeno porte, comércio, entre outros), possuem uma faixa de 2 mil metros a partir dos limites da UC para se submeter aos processos de licenciamento ambiental. Após os cinco anos, a resolução 241/2015, através do Art. 1º, prorrogou o prazo por mais 5 anos. Em 2025, entrou em vigor a resolução CONAMA 508/2025, que estabelece que os empreendimentos dentro dos limites de 2 e 3 mil metros, cuja ZA não tenha sido estabelecida, devem passar pelo processo de licenciamento ambiental e precisam da anuência do órgão responsável pela UC, removendo o período de 5 anos imposto por resoluções anteriores.

3.3. Metadados

Os dados que descrevem dados ou conjuntos de dados são chamados de metadados, eles descrevem o conteúdo, a qualidade, o histórico, a localização e uma

série de outras características relacionadas ao dado (WEBER et al, 1999. LOTI et al, 2017).

Os metadados que foram utilizados para interpretação e elaboração deste estudo, conforme quadro 1.

Quadro 1: Metadados utilizados para interpretação geoespacial.

Metadados	Fonte
Unidades Federativas do Brasil	IBGE, 2024
Municípios do Estado de São Paulo	IBGE, 2024
Unidades de Conservação Federais	ICMBio, 2026
Uso e Cobertura do Solo	MapBiomass, 2025
Índices de vegetação (NDVI e EVI)	SATVeg – Embrapa, 2025

Fonte: IBGE, ICMBio, MapBiomass, Embrapa (quadro de autoria própria).

Além disso, foram utilizadas imagens de satélites para interpretação e elaboração de mapas temáticos, conforme quadro 2.

Quadro 2: Imagens de satélite, utilizadas na interpretação geoespacial e produção de produtos cartográficos.

Satélite	Fonte
LANDSAT 8/9 – Nível 1	Earthexplorer USGS, 2025
LANDSAT 8/9 – Nível 2	Earthexplorer USGS, 2025
CBERS – 4A	INPE, 2025

Fonte: INPE, USGS (quadro de autoria própria).

3.4. Interpretação e elaboração de produtos cartográficos

Para análise e elaboração dos mapas temáticos foi utilizado o software QGIS em sua versão 3.44.10. Ele é um software gratuito e de código aberto comumente utilizado para análises GIS.

3.5. Uso e Cobertura do Solo

Para análise e interpretação do Uso e Cobertura do solo, foram utilizadas imagens digitais do satélite LANDSAT 8/9. Esse satélite possui 11 faixas espectrais (bandas) a partir de dois sensores separados, Operational Land Imager (OLI) e o Thermal Infrared Sensor (TIRS), sendo nove bandas espectrais e duas bandas térmicas. Cada banda possui um comprimento de onda (micrometros) e resolução (metros) (USGS, 2026).

A imagem selecionada considerou o período seco da região da FLONA de Capão Bonito, visando a menor ocorrência de nuvens capturadas pelo satélite. Com isso, a imagem utilizada data o dia 20 de maio de 2025.

Segundo Turner et al, para interpretação de Uso e Cobertura do solo, o recomendado é uma resolução espectral entre 450-2350 micrometros e uma resolução espacial de 30 metros. Então, foi realizado a composição de imagem de falsa cor, utilizando as bandas, conforme quadro 3. Após a composição e a reprojeção

da imagem, foi utilizada a banda 8, para a composição da imagem colorida e para aumentar a resolução da imagem (USGS, 2026).

Quadro 3: Bandas, comprimentos de ondas e resolução dos sensores do satélite utilizado.

Bandas	Comprimento de onda (micrometros)	Resolução (metros)
Banda 4 – Vermelha (R)	0,64-0,67	30
Banda 5 – Infravermelho próximo (NIR)	0,85-0,88	30
Banda 6 – Infravermelho de Ondas Curtas (SWIR)	1,57-1,65	30
Banda 8 – Pancromática	0,50-0,68	15

Fonte: Earthexplorer – USGS.

Com composição de imagem colorida e com uma boa resolução, foi estabelecido a escala mínima para interpretação da imagem, através do cálculo de erro gráfico:

$$N = \frac{E}{e}$$

Onde N é o denominador da escala, o E é o erro correspondente no terreno em metros e o e é o erro gráfico em metros. Resultando no valor de escala mínima de 1 para 75.000.

Após a definição da escala mínima para interpretação visual da imagem de satélite, foram definidas cinco classes para agrupamento das formas de Uso e Cobertura de Solo, sendo elas: Fragmento Florestal, Agricultura, Água, Estrada, Construção. A descrição de cada classe está descrita no quadro 4.

Quadro 4: Tipos de classificação e suas respectivas definições.

Classe	Descrição
Fragmento Florestal	Área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou naturais.
Agricultura	Áreas destinadas ao uso agropecuário, onde não foi possível distinguir entre pastagens e áreas agrícolas.
Água	Áreas ocupados por corpos d'água, onde não foi possível distinguir entre rio, lago e lagoa.
Estrada	Via de trânsito terrestre, apresenta circulação de veículos.
Construção	Estrutura, edificação ou modificação na paisagem, feita pelo homem.

Fonte: MapBiomias, SATVeg.

Por fim, foi utilizado a plataforma MapBiomias, que contém mapas anuais com dados sobre uso e cobertura do solo em uma série temporal. Os dados obtidos através dessa consulta, auxiliaram na interpretação do uso e cobertura de solo.

3.6. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi calculado utilizando-se das bandas 5 (NIR) e 4 (R), do Landsat 8/9 através da seguinte formula:

$$\frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Essa fórmula foi aplicada nas composições das imagens de satélite, através da ferramenta calculadora de campo, do QGIS. O NDVI varia entre -1 e +1, quanto menor o valor menor será o vigor da planta, e quanto maior o valor, maior será o vigor (USGS).

O NDVI foi utilizado junto com a interpretação de uso e cobertura do solo, para identificar parcelas de solo exposto. Com isso, através da plataforma Satveg, da EMBRAPA, foi possível estabelecer uma série temporal do índice de NDVI, possibilitando visualizar a variação em diferentes estações do ano, em um intervalo de 2001 a 2026, servindo como apoio para a classificação dos tipos de uso e cobertura (MIRANDA et al, 2025).

3.7. Métricas da paisagem

As métricas da paisagem, são uma importante ferramenta para o estudo das mudanças e estrutura de uma região. Para o cálculo das métricas da paisagem foi utilizado um complemento do QGIS, chamado LecoS - Landscape Ecology Statistics, na versão 3.0.2. que utiliza as classes geradas durante a produção dos dados de Uso e Cobertura de Solo, e de protocolos estabelecidos pelo FRAGSTATS para gerar as métricas (JUNG, 2015., LecoS, 2022). As métricas foram escolhidas de acordo com Turner et al, para entender a composição, fragmentação, conectividade, formação de bordas e formas presentes na Zona de Amortecimento da FLONA de Capão Bonito, conforme quadro 5.

Quadro 5: Informações sobre as métricas da paisagem utilizadas, com suas respectivas unidades, equação/metodologia e descrição

Métricas da paisagem	Unidade	Equação/metodologia	Descrição
Proporção da paisagem	%	$p_i = \frac{\text{Número de células da categoria}}{\text{Número total de células da paisagem}}$	Percentual da paisagem ocupado por uma classe. Valores mais altos indicam maior participação na paisagem.
Número de fragmentos	-	Retorna o valor de todos os fragmentos identificados por classe (JUNG, 2015)	Número total de fragmentos. Está associado com a fragmentação da paisagem.
Tamanho médio dos fragmentos	m ²	$MPS = \frac{\sum_{k=1}^M A_k}{m}$	Tamanho médio dos fragmentos.
Índice do maior fragmento	%	$LPI = \left(\frac{\text{Área do maior fragmento}}{\text{Área total da paisagem}} \right) * 100$	Corresponde a porcentagem da paisagem que o maior fragmento ocupa.
Densidade da borda	m/m ²	$ED = \frac{\text{Comprimento total dos fragmentos}}{\text{Área da paisagem}}$	Quantidade de borda por área.
Distância euclidiana do vizinho mais próximo	m ²	Retorna a distância até à área vizinha mais próxima do mesmo tipo, com base na distância mais curta entre bordas (JUNG, 2015)	Isolamento entre fragmentos
Índice de divisão	-	$SPLIT = \frac{A^2}{\sum_{i=1}^n a_i^2}$	Grau de subdivisão da paisagem

Fonte: Turner et al, documentação do Plugin Lecos e do software FRAGSTATS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Uso e Cobertura do Solo

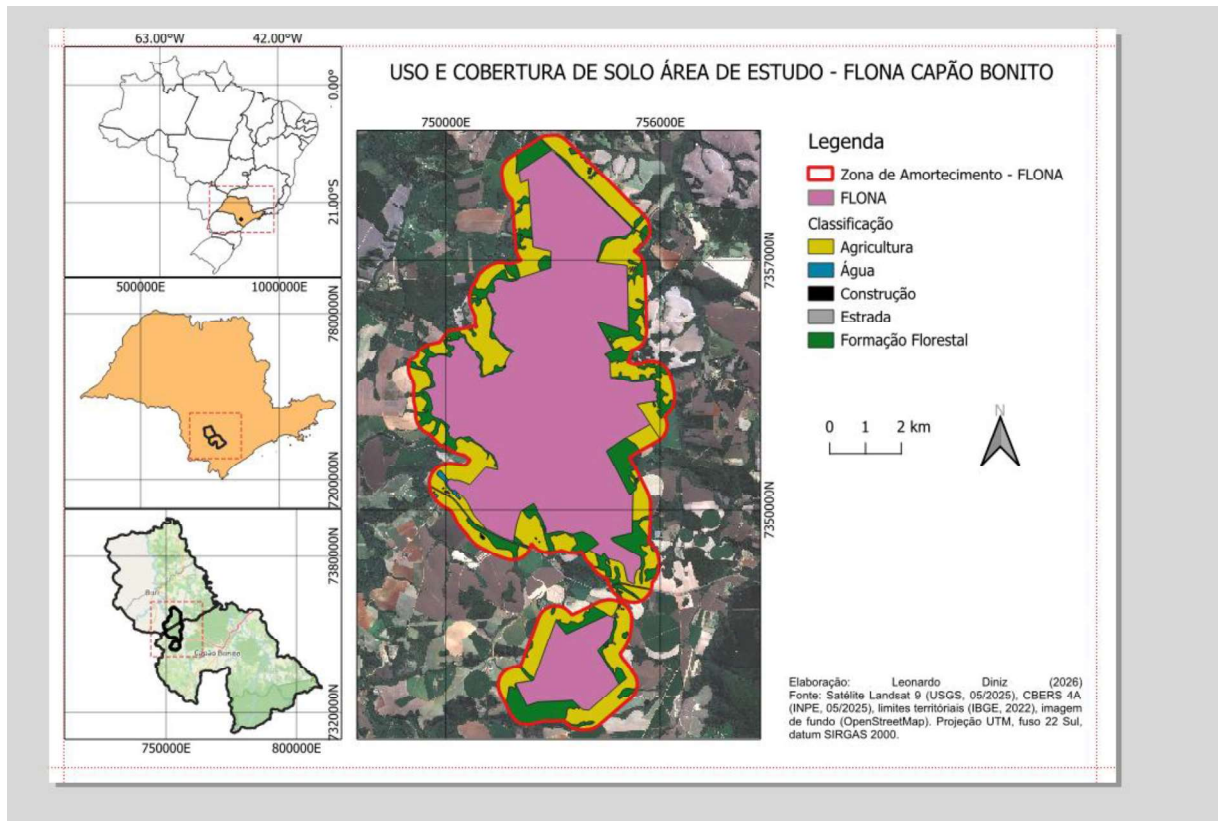
4.1.1. Interpretação visual

Com a interpretação visual das imagens de satélite Landsat 8/9, a Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito, apresentou predominantemente a classe de agricultura, seguido de formação florestal, água, construção e estrada respectivamente, conforme figura 2.

Para complementar a interpretação visual, foi consultada a coleção 10 do Mapbiomas, sendo a que apresenta os dados mais recentes disponíveis sobre uso e cobertura de solo. Através da consulta, as áreas que estão classificadas como agricultura, são classificadas como lavoura temporária, apresentando predominantemente a monocultura de soja dentro da zona de amortecimento.

Em relação à classe de formação florestal, as principais tipologias de vegetação presentes na região da FNCB são: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Savana. As espécies vegetais de maior importância econômica para a FNCB são o *Pinus elliottii* Engelm e *Araucaria angustifolia*.

Figura 2: Mapa sobre o uso e cobertura do solo, da Zona de Amortecimento da FLONA de Capão Bonito.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

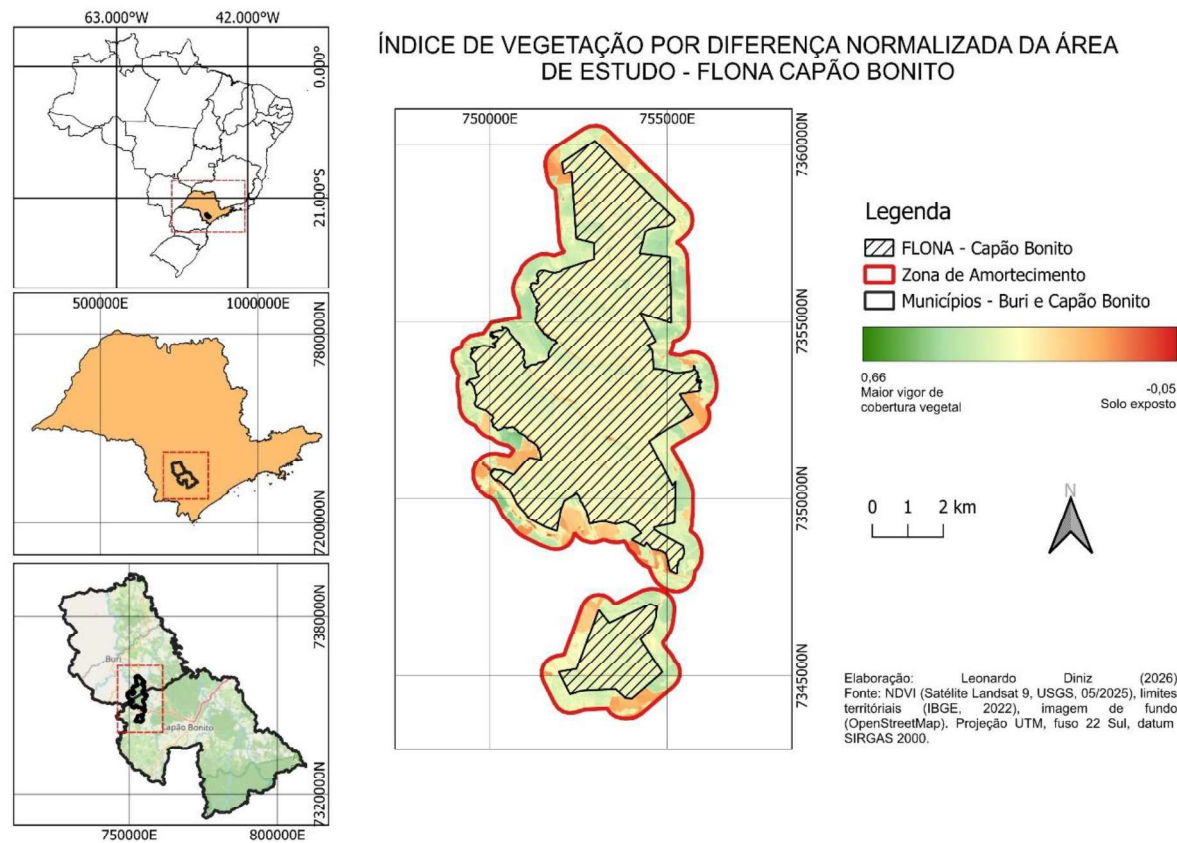
4.1.2. NDVI

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) indicou áreas da ZA que apresentavam solo com baixo vigor de cobertura vegetal, com valores próximos a 0,12 a 0,3. As áreas dentro desses valores, foram classificadas com o uso de Agricultura. Aplicando a série temporal do NDVI, de 12 meses, disponibilizada pela plataforma SATVeg, é possível observar uma sazonalidade do índice, conforme a figura 4. Essa sazonalidade pode indicar que existem períodos de semeadura, onde os valores de NDVI são baixos e conforme o desenvolvimento do cultivo, esses valores aumentam, reforçando a classificação de áreas de uso para agricultura (EMBRAPA, SATVeg, 2026; Figura 4).

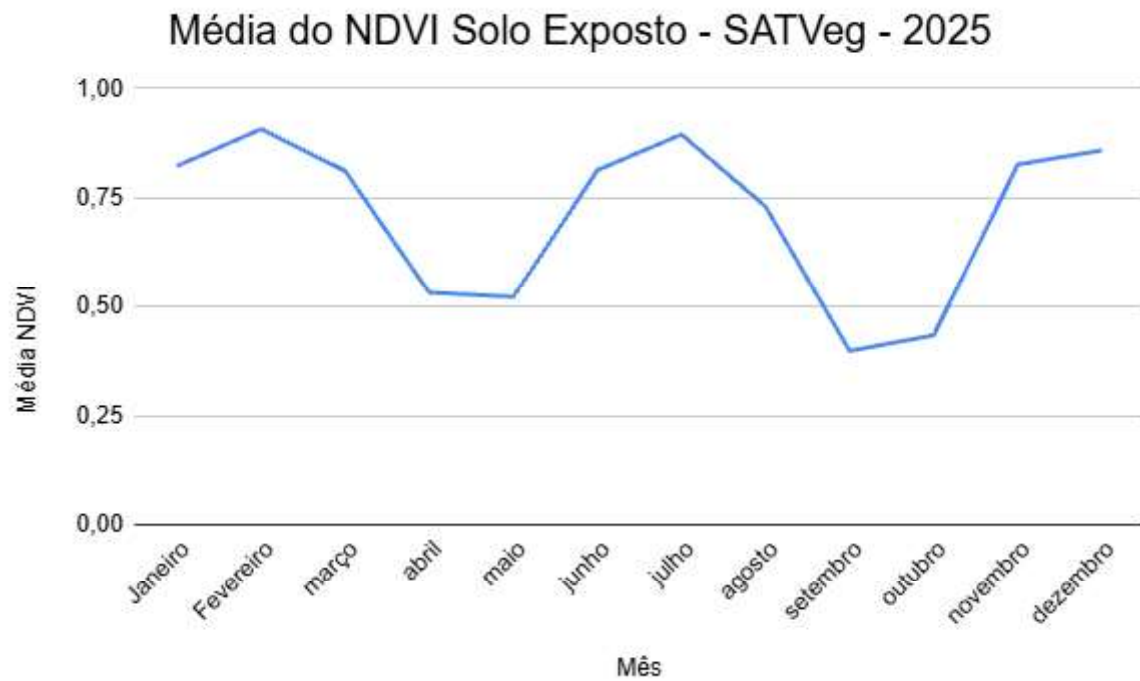
Em contrapartida, o maior valor do NDVI apresentado foi o de +0,66, ou seja, áreas com um alto vigor da cobertura vegetal. Aplicando a série temporal do NDVI, de 12 meses, disponibilizada pela plataforma SATVeg, foi possível observar que nessas áreas, o NDVI tem uma oscilação menor entre os valores. Esse comportamento está relacionado ao grande volume de biomassa verde (EMBRAPA, SATVeg, 2026; Figura 5).

Os menores valores do NDVI, ficaram próximos a -0,05, indicando que nessas áreas, o solo não apresentava cobertura vegetal. A classe de uso de solo relacionado a essas regiões, foram a de água, estrada e construção.

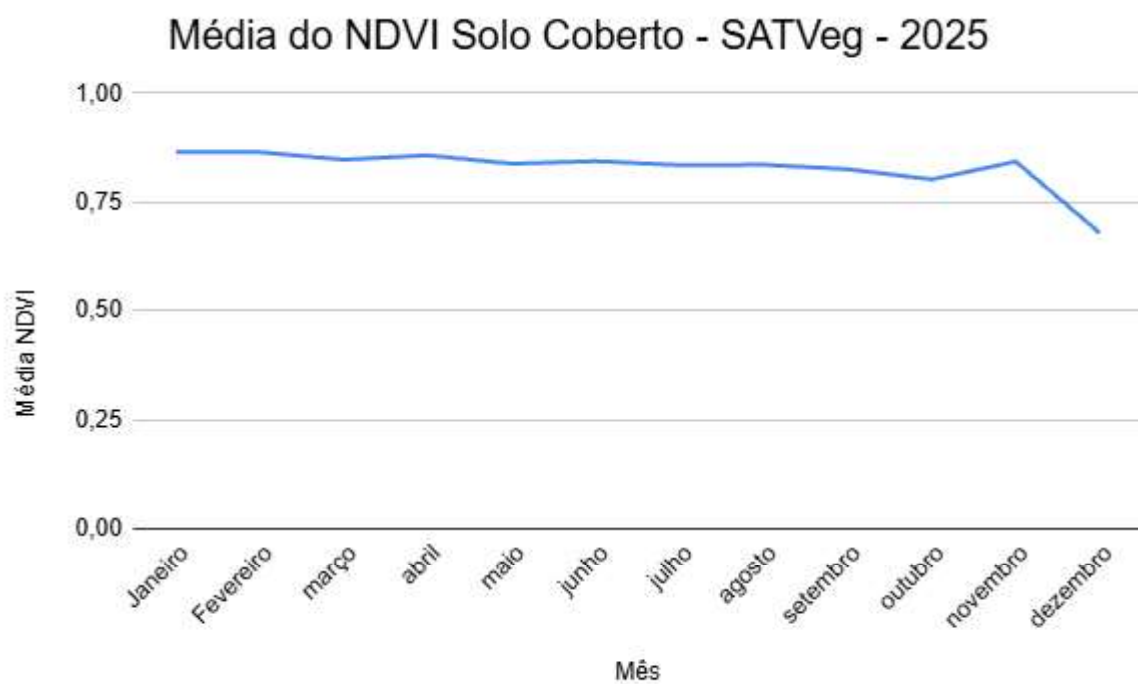
Figura 3: Mapa com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área da FLONA de Capão Bonito.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 4: Gráfico com a média anual do NDVI.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026;

Figura 5: Gráfico com a média anual do NDVI.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

4.1.3. Heterogeneidade da paisagem

Segundo Turner et al., heterogeneidade é a variação espacial dos elementos que compõem uma paisagem, ou seja, a presença de diferentes tipos de cobertura de uso e cobertura do solo, diferentes tipos de vegetação, de habitats ou de ecossistemas. Tanto o mapa de uso e cobertura de solo (mapa 2) quanto o mapa de NDVI (mapa 3), indicam que a paisagem da zona de amortecimento da FNCB apresenta características de heterogeneidade.

O processo de ocupação desordenada do solo, pode acarretar o aumento do número de fragmentos, redução dos tamanhos dos remanescentes, o aumento do isolamento entre as áreas e a redução do habitat disponível (FAHRIG, 2003 apud LIMA, 2012). A heterogeneidade pode ser causada por transformação antrópica ou natural. Os processos biológicos podem produzir efeitos positivos ou negativos, por exemplo, em paisagens menos fragmentadas, a dispersão de espécies pode ser beneficiada através da facilidade do deslocamento. Já paisagens mais fragmentadas, podem oferecer uma maior diversidade de habitats e consequentemente uma maior biodiversidade de espécies.

4.2. Métricas de Paisagem

4.2.1. Métricas de Composição da Paisagem

Com as métricas da paisagem utilizadas para a composição da paisagem, foram obtidos os resultados das áreas de cada classificação em km², e da proporção da paisagem, conforme tabela 6.

Ao todo, a zona de amortecimento da FNCB possui cerca de 26,61 km². O uso e cobertura de solo predominante na ZA, foi o de agricultura, que apresenta uma área de 17,44 km² e uma proporção de 65,54%, com os maiores valores, quando comparado com as outras classificações. Na sequência, temos a formação vegetal como o segundo maior uso e cobertura do solo, enquanto a classificação de construção, apresenta os menores valores de área e proporção.

Tabela 6: Resultados obtidos para área e a proporção da paisagem para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais.

Classificação	Área km²	Proporção da paisagem %
Formação Florestal	8,76	32,92
Agricultura	17,44	65,54
Água	0,14	0,53
Construção	0,03	0,11
Estrada	0,24	0,9
Total	26,61	100%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

4.2.2. Métricas de paisagem de Fragmentação

A fragmentação do habitat é o processo em que uma área de habitat é reduzida em sua área e dividida em dois ou mais fragmentos (WILCOVE et al., 1986; SHAFER, 1990 apud PRIMACK, 2001). Diante esse contexto, as métricas da paisagem são uma ferramenta para entender a fragmentação da Zona de amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito.

Com relação as métricas de paisagem, para a caracterização da fragmentação, foram obtidas os valores para número de fragmentos, tamanho médio dos fragmentos e o índice do maior fragmento, conforme a tabela 7.

Tabela 7: Resultados obtidos para número de fragmentos, tamanho médio (em metros quadrados) e índice do maior fragmento (em porcentagem), para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais.

Classificação	Número de fragmentos	Tamanho médio dos fragmentos m²	Índice do maior fragmento %
Formação Florestal	57	154.926,32	4,07
Agricultura	42	415.650	8,42
Água	13	10523,07	0,2
Construção	10	2340	0,03
Estrada	6	39600	0,39

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026

A classe formação florestal apresentou o maior número de fragmentos (57), com o tamanho médio de aproximadamente 0,15 km² e com um índice de maior fragmento de 4,07%, ou seja, ela se divide em muitos fragmentos pequenos, por toda a zona de amortecimento. Já a classe de agricultura apresenta menos fragmentos (42), porém, apresenta um maior tamanho médio deles, de aproximadamente 0,41 km² e um índice de 8,42%.

Segundo Primack et al, os habitats que anteriormente ocupavam grandes áreas estão sendo rapidamente destruídos ou divididos em pequenos pedaços, por intervenção antrópica. Dessa forma, temos um cenário de fragmentação da ZA, onde as métricas da paisagem sobre conectividade sugerem essa hipótese, uma vez que os resultados apontam para a fragmentação da ZA da FLONA de Capão Bonito.

A fragmentação do habitat pode acarretar uma série de consequências negativas. Ela aumenta a perda de habitat, aumenta os efeitos de borda, reduz a diversidade, aumenta a vulnerabilidade dos fragmentos à invasão de espécies exóticas e invasora (PRIMACK et al, 2001; FIGUEIRA et al, 2003).

Segundo o Plano de Manejo da FLONA de Capão Bonito, existem espécies que merecem destaque por conta da ameaça a extinção e por interesse da sua conservação, como por exemplo o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e a onça parda (*Puma concolor*), sendo esses dos mamíferos que frequentam a região da UC.

Alterações na estrutura dos habitats, causados pela fragmentação e degradação dele, podem afetar a disponibilidade de recursos para a fauna local, ocasionando mudanças comportamentais nos animais.

4.2.3. Métricas de paisagem de borda e conectividade

No contexto da fragmentação da paisagem, os fragmentos se diferem entre os que apresentam uma quantia maior de borda e a distância dessa borda para o centro do fragmento (PRIMACK et al, 2001). Então, as métricas da paisagem de borda e conectividade são utilizadas para entender sobre a borda de cada fragmento e a conectividade entre elas.

Com as métricas da paisagem utilizadas para a caracterização das bordas e da conectividade, foram obtidos os valores de densidade de borda, distância euclidiana do vizinho mais próximo e o índice de divisão, conforme a tabela 8.

Tabela 8: Resultados obtidos para a densidade de borda, para distância euclidiana do vizinho mais próximo e para o índice de divisão, para cada classificação. Os valores foram arredondados para duas casas decimais.

Classificação	Densidade da borda (m/m²)	Distância euclidiana do vizinho mais próximo (m)	Índice de divisão
Formação Florestal	0,0065	568,72	159,37
Agricultura	0,007	736,61	36,61
Água	0,0002	1156,49	180086,39
Construção	0,0000764	1494,95	5494886,25
Estrada	0,00084	1855,64	41905,71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A classificação com maior densidade de borda é a de agricultura, com uma densidade de 0,007 m/m². Esse valor indica uma fragmentação menor do que as outras classes, indo ao encontro do que foi mencionado no item anterior (4.2.2). Já a classe de formação florestal, apresenta o valor de densidade menor, de 0,0065, o que indica uma maior fragmentação da classe.

O aumento da quantidade de borda, gera uma maior área de contato com os outros tipos de cobertura e uso de solo, que acaba acarretando um fenômeno chamado efeito de borda. No efeito de borda, um fragmento apresenta características na parte externa, diferentes daquelas comparadas com o interior, por exemplo, fatores ambientais como temperatura, luminosidade, umidade, entre outros, vão divergir quando comparados a extremidade e o interior do fragmento (PRIMACK et al, 2001; FIGUEIRA et al, 2003).

Em relação à distância entre os fragmentos da mesma classe, ou seja, a conectividade entre si, a classificação para agricultura apresentou um valor de 736,61 m², indicando que, na realidade, os fragmentos de agricultura estão mais afastados entre si. A classificação de formação florestal, apresenta um valor de 568,72 m² de um fragmento até o outro. Embora o valor para essa classificação seja menor, fragmentos de vegetação estão mais suscetíveis aos efeitos de conectividade entre os fragmentos. A fragmentação do habitat pode acarretar diferentes consequências negativas. Ela aumenta a perda de habitat, aumenta os efeitos de borda, reduz a diversidade, aumenta a vulnerabilidade dos fragmentos a invasão de espécies exóticas e invasora (PRIMACK et al, 2001; FIGUEIRA et al, 2003).

O índice de divisão representa o grau de subdivisão da paisagem. Na prática, valores baixos podem indicar fragmentos grandes, porém em baixa quantidade, enquanto valores altos indicam uma grande fragmentação, com forte subdivisão. A classe de agricultura apresentou o menor valor do índice de divisão, por ser o uso predominante da zona de amortecimento.

Considerando uma paisagem fragmentada e com baixa conectividade, Primack sugere que os fragmentos de habitat são isolados por um “mar”, dominado por outros tipos de uso e cobertura do solo, se assemelhando ao modelo de biogeografia de ilhas. Sendo assim, fragmentos menores tem capacidade limitada de abrigar diferentes espécies.

4.3. Efeitos da presença agrícola na zona de amortecimento

Segundo a legislação vigente, a zona de amortecimento de uma Unidade de Conservação deve ter seu uso restringido, com a intenção de reduzir efeitos negativos na área da UC. Conforme citado pelos resultados de uso e cobertura de solo e pelo Plano de Manejo da FLONA de Capão Bonito, a ZA apresenta uma forte ocupação por plantações de soja.

A agricultura é um dos setores que mais contribui para o crescimento do PIB nacional, correspondendo a 21% das riquezas produzidas pelo país, além de ser o quinto na geração de empregos (EMBRAPA, 2020). Além disso, segundo o IBGE, a

soja é o principal grão do agronegócio brasileiro, sendo o país líder na exportação dela.

O sistema de produção agrícola é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou a criação no âmbito de um empreendimento rural. Os sistemas de produção podem ser classificados como sistemas de integração, consorciação de culturas ou de poli cultivo, sistemas em rotação de cultura, em sucessão de culturas e sistemas em monocultura ou produção isolada. Com os resultados obtidos nesse trabalho, o sistema de produção que se assemelha com a classe agricultura presente na Zona de Amortecimento é o sistema de monocultura ou produção isolada, que apresenta produção vegetal isolada em um período específico (JUNIOR et al, 2020). Além disso, a o cultivo da soja expandiu a mesorregião de Itapetininga (área em que a FLONA está inserida) e a tornou a principal produtora de soja do estado de São Paulo (JUNIOR et al, 2020).

Diante desse contexto, a cadeia de produção, a industrialização e o consumo da soja, vem gerando problemas econômicos, sociais e ambientais no Brasil (CAVALLET, 2008). A soja, quando produzida através de monocultura, utiliza-se de técnicas e manejo que visam maximizar a sua produção, causando danos ambientais em todo ecossistema.

O primeiro impacto ambiental notório causado pela agricultura é o desmatamento e a perda de fertilidade do solo. O desmatamento ocorre com a intenção de expandir áreas agrícolas para o cultivo, como consequência, nutrientes essenciais (como nitrogênio, fósforo, potássio, entre outros) ao solo que precisam de plantas ou microrganismos para se fixar no solo (ICMBio 2017). Além disso, o desmatamento está relacionado à perda de habitat, redução da biodiversidade e perda de serviços ecossistêmicos.

Um solo pobre em nutrientes demanda da utilização de fertilizantes químicos e de agrotóxicos. Segundo Cavelett, para a produção de cada quilograma de soja, são necessários 139 gramas de fertilizantes químicos e 3 gramas de agrotóxicos. Sua aplicação pode contaminar o solo, a água e o ar, facilitando que organismos que não são alvos sejam atingidos, podendo causar um desequilíbrio ecológico na região. Um exemplo disso é a contaminação das abelhas, que são agentes polinizadores

sensíveis aos agrotóxicos, o que causa o desaparecimento delas (WEYERMULLER, 2025). Além disso, o solo também sofre com sua compactação, afetando a infiltração da água das chuvas no solo, podendo gerar erosões e aumento do nível de corpos d'água (ICMBio, 2017).

Outro impacto ambiental notório são as queimadas, causadas para expansão agrícola, limpeza de pastagens e áreas de cultivo (MONTEIRO, 2025). Além de contribuírem para emissão de fuligem e poluição atmosférica.

Outro ponto de uso conflitante do solo presente na ZA, são as estradas, que embora possuam uma ocupação menor quando comparado com outras classes, também podem trazer impactos negativos para a biodiversidade local. As estradas estão relacionadas com atropelamento e morte de animais silvestres, quando não existem estruturas para impedir esses acidentes. Também entra a questão do barulho dos automóveis que frequentam a estrada e a iluminação das vias.

Então, diante desse contexto, a presença das classes de agricultura e de estrada presentes na ZA da FLONA de Capão Bonito, causam diferentes impactos ambientais para a região do entorno da UC, entrando em conflito com a principal função de uma Zona de Amortecimento, o de amortizar danos ambientais que podem afetar a área que se deseja conservar.

4.4. Proposta de melhorias para a Zona de Amortecimento

4.4.1. Aumento da zona de amortecimento e a criação de corredores ecológicos

Não distante da FNCB, se encontra a Floresta Nacional de Ipanema, que apresenta similaridades com a área total da Unidade de Conservação e o bioma que se encontra. A FLONA de Ipanema teve uma proposta de ZA em seu Plano de Manejo, uma área de 10 km a partir de seus limites. Na realidade, a zona de amortecimento implantada na FLONA de Ipanema tem cerca de 7 km a partir de seus limites.

Além disso, os corredores ecológicos são planejados para conectar áreas fragmentadas de habitats, com o objetivo de conservar a biodiversidade e promover o fluxo de indivíduos e a dispersão de sementes entre os fragmentos.

Dessa forma, estabelecer uma área maior para a ZA e implantar corredores ecológicos podem trazer benefícios relacionados a conservação da unidade, aumento da proteção de espaços utilizados por espécies que ocorrem nessa região e diminuir o efeito de borda.

4.4.2. Alternativas para uso sustentável na Zona de Amortecimento

Como visto, a presença da agricultura em uma zona de amortecimento pode acarretar mais efeitos negativos para a UC, sendo necessário adotar sistemas produtivos que causam um impacto menor ao meio ambiente. Portanto, é necessário tornar a produção de alimentos mais sustentável e que também mantenha um bom nível de produtividade, que traga benefícios para o agricultor e o consumidor, mas que também consiga trabalhar com a biodiversidade do sistema local. Os sistemas agroflorestais (SAF) se colocam como potencial alternativa a esse modelo extensivo de produção de alimentos (ROMEIRO, 2014 apud SANTOS e TRICHES, 2023).

Um sistema agroflorestal é implantado e conduzido por princípios da agroecologia, focando na potencialização da regeneração natural e da sucessão de espécies (FÁVERO, 2008). Através do plantio de espécies arbóreas e a produção de cultivos agrícolas e/ou animais juntos em uma unidade de manejo, aliado a técnicas de manejo específica para cada sistema, os SAFs podem aumentar o potencial de regeneração de áreas degradadas, mitigar impactos climáticos, além de gerar empregos e promover a segurança alimentar e nutricional (DAGAR, 2017 apud SANTOS e TRICHES, 2023; FÁVERO, 2008).

A soja e o eucalipto são usados para compor sistemas agrossilvipastoris, já que o plantio de soja é importante economicamente, enquanto o eucalipto se adapta a solos pouco férteis, possuindo um rápido crescimento, uma alta qualidade e produtividade da madeira, sendo muito utilizado em silviculturas (MORA & GARCIA, 2000; EMBRAPA, 2001 apud SOUZA, 2011). Os principais desafios do plantio de soja

em SAFs, se dão por conta de suas características. A soja é uma planta de metabolismo C3, de dias curtos e a sua resposta ao fotoperíodo varia conforme a temperatura. Por essa razão, a produção de soja em um sistema agroflorestal é dependente da disposição de seus componentes, pois a sombra das espécies arbóreas afeta na produção. Segundo um estudo de Souza, a produtividade da soja produzida em um sistema com eucalipto é influenciada pela distância entre os renques das árvores. Além disso, em uma disposição 2x2 e um espaçamento de 22 metros entre os componentes, apresentaram uma produção satisfatória da soja. Outro estudo de Werner et al, também corrobora com a questão do rendimento e produtividade se reduzindo significativamente, quanto mais próximas das fileiras de árvores de eucalipto.

Outro benefício de um sistema agroflorestal, importante para o contexto de uma Zona de Amortecimento fragmentada, se dá ao seu papel na restauração florestal, pois a junção dos componentes de uma SAF pode representar uma alternativa ao estímulo econômico da restauração ambiental. Segundo Martins et al, o sistema agroflorestal proporcionou a entrada de serapilheira com abundância em nitrogênio e uma colonização da fauna, não se restringindo apenas a área da sua implantação, mas também nas áreas próximas. O SAF então, desempenha um papel fundamental como fonte para a fauna do solo e para animais presentes nas proximidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da elaboração deste trabalho, a caracterização da Zona de Amortecimento da Floresta Nacional de Capão Bonito, até o presente momento deste estudo, revelou que se trata de uma paisagem heterogênea, fragmentada e com uso e cobertura de solo predominantemente de matriz agrícola (monocultura de soja), que podem causar influência na área da Unidade de Conservação.

Além disso, considerando o papel estabelecido por legislação vigente e por estudos sobre o tema, uma zona de amortecimento tem um importante papel para o sucesso de conservação de uma Unidade de Conservação. Por esse motivo, é importante que através do debate público, estudos técnicos, conscientização e negociação com os proprietários de terra no entorno da UC, possa de fato ser

implantada uma zona de amortecimento capaz de atender as particularidades da região.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664/2026, declaro, para os devidos fins, que foi utilizado a ferramenta GPT-5.5 Plus, na organização dos pontos de coordenada geográfica, contidos no memorial descritivo do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Capão Bonito – Diagnóstico (2018), para os limites da Zona de Amortecimento, em um arquivo CSV, o qual foi revisado e utilizado no QGIS. Declaro estar ciente de que o conteúdo final é de inteira responsabilidade do autor.

Por fim, declaro estar ciente das responsabilidades inerentes ao uso de tecnologias de IA na pesquisa científica, me comprometendo com a transparência, rastreabilidade e rigor metodológico, exigidos pela comunidade acadêmica.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Pedro Henrique Sales; FERNANDES, Erminio. **DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DE CORREDORES ECOLÓGICOS, DESTINADOS À CONSERVAÇÃO DA ONÇA-PINTADA (PANTHERA ONCA), DA FLORESTA NACIONAL DE CAPÃO BONITO-SP COM O CONTÍNUO DE PARANAPIACABA**. UFSCar, 2023. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2023/04.18.11.21/doc/155813.pdf>. Acesso 16 jun. de 2026.

BARBIERI, Mariana Delgado; FERREIRA, Leila da Costa. **Mudanças climáticas e governança ambiental: desafio do Antropoceno**. Diálogos do Antropoceno, v. 5, n. 12, 2018. Disponível em: <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1036/1/PUB-CAPITULOS-LIBROS-966.PDF>. Acesso em 10 mai. de 2026.

BARBOSA, Wedja et al. **COMPARAÇÃO DE TRÊS DIFERENTES SENSORES ESPECTRAIS NA PRODUÇÃO DE NDVI E NDRE PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO**. Revista Ciência Agrícola, v. 22, n. especial, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufal.br/revistacienciaagricola/article/view/18461/12126>. Acesso em 14 mai. de 2026.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 24 mai. de 2026.

BRASIL. **Decreto nº 12.046, de 5 de junho de 2024**. Regulamenta, em âmbito federal, a Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 6 jun. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12046.htm#art58. Acesso em 21 mai. de 2026.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm. Acesso em 21 mai. de 2026.

BRASIL. **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 13 abr. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5758.htm. Acesso em 20 mai. de 2026.

BRASIL. Instituto Nacional do Pinho (INP). **Portaria nº 558, de 25 de outubro de 1968**. Cria o Parque Florestal do extinto Instituto Nacional do Pinho. Brasília, DF, 1968. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/portaria-n-558->

[de-251068-o-parque-florestal-do-extinto-instituto-nacional-do](#). Acesso 08 mai. de 2026.

BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB); cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF); altera as Leis nº 10.683, de 28 de maio de 2003, nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972, nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 3 mar. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm. Acesso em 21 mai. de 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 20 mai. 2026.

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 (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em 23 mai. de 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). **Áreas protegidas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas>. Acesso em 01 mai. de 2026

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). **Corredores ecológicos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/gestao-integrada-de-paisagem/corredores-ecologicos>. Acesso em 11 mai. de 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). **Guia SNUC-CNUC: Módulo 1 – Contextualização do CNUC no âmbito do SNUC**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/plataforma-cnuc-1/GuiaSNUCCNUCmdulo1.pdf>. Acesso em 15 mai. de 2026.

CALDANO, Lucas Tadeu Peloggia. **Censo populacional e avaliação da variabilidade genética das populações de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* Mikan, 1823) na Floresta Nacional de Capão Bonito-SP, UFSCar**, São Carlos. 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/864d31a6-408d-499b-89f4-3f0ac1b1bebe/content>. Acesso em 11 jun. de 2026.

CALEGARI, Leandro; MARTINS, Sebastião Venâncio; GATTO, Alcides; SILVA, Edmar Vinícius da; BRAGA, Carlos; NOGUEIRA, Gabriel de Souza. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 871–880, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/hwRNSWLHDPKNxFtStDbngcL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 mai. de 2026.

CAVALLET, Otávio. **Análise do ciclo de vida da soja**. Universidade Estadual de Campinas, 2008. Disponível em: <https://www2.unicamp.br/fea/ortega/extensao/Tese-OtavioCavalett.pdf>. Acesso em 20 jun. de 2026.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 508, de 29 de julho de 2025**. Dispõe sobre a alteração do art. 5º da Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que trata de ciência do órgão responsável pela administração da unidade de conservação. Diário Oficial da União: Brasília, DF, ed. 142, seção 1, p. 214, 30 jul. 2025. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=838. Acesso em 27 mai. de 2026.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 473, de 11 de dezembro de 2015**. Prorroga os prazos previstos no § 2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 14 dez. 2015. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=693. Acesso em 27 mai. de 2026.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 20 dez. 2010. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=622. Acesso em 22 mai. de 2026.

CORDEIRO, Sidney Araujo et al. **Simulação da variação do espaçamento na viabilidade econômica de um sistema agroflorestal**. Floresta e Ambiente, v. 25, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/loram/a/CsrjD5XqJdyWXgzHJzQpJch/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 16 jun. de 2026.

COSTA, Alexandre Augusto. **Avaliação da eficácia da legislação penal ambiental na conservação de áreas naturais e na preservação da ictiofauna autóctone.** UFSCar, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/afbc3dfe-f427-494c-ba21-1ed21a63d967/content>. Acesso em 11 mai. de 2026.

DA SILVA, Carlos Yuri de Oliveira et al. **Avaliação temporal de dados NDVI e EVI em áreas de silvicultura utilizando a plataforma SATVEG.** XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 19, p. 3457-3460, 2019. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.02.17.57/doc/97216.pdf>. Acesso em 02 jun. 2026.

DA SILVA, Patrícia Maidana Peres; DA COSTA, Juliana Karoline Flores; DA SILVA ARAÚJO, Thalita. **O USO DE SISTEMA AGROFLORESTAL COMO TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS NO BIOMA AMAZÔNICO.** INOVAE- Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797), v. 6, p. 279-299, 2018. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1902/1385>. Acesso em 17 jun. 2026.

DE CASTRO, Roberta Rowsy Amorim; MAIA, Ricardo Eduardo Freitas. **Bases epistemológicas da criação de áreas naturais protegidas: de yellowstone ao surgimento das reservas extrativistas na Amazônia brasileira.** Estado e sustentabilidade: múltiplas e contestadas faces, p. 91-113, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/76226860/Bases_epistemol%C3%B3gicas_da_cria%C3%A7%C3%A3o_de_%C3%A1reas_naturais_protegidas_de_yellowstone_ao_surgimento_das_reservas_extrativistas_na_Amaz%C3%B4nia_brasileira. Acesso em 12 mai. de 2026.

DE MATOS, TATIANA POSSATI VIEIRA. **AVALIAÇÃO DA CONECTIVIDADE DE REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATIVA EM MATRIZ AGRÍCOLA, CONSIDERANDO OS ÍNDICES ECOLÓGICOS PARA AVES.** Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/7adfb3b5-d70e-411b-8a43-2ace69050f3a/content>. Acesso em 19 jun. de 2026.

DOS SANTOS, Fernanda; TRICHES, Rozane Marcia. **Diferenças de produtividade entre sistemas convencionais e agroflorestais de culturas alimentares: uma revisão integrativa de literatura.** Revista Faz Ciência, v. 25, n. 41, 2023. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/fazciencia/pt_BR/article/view/30738. Acesso em 20 jun. de 2026.

DOS SANTOS, Talita Santana et al. **Transformações do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Juruá–Acre por meio da plataforma MapBiomass.** Research, Society and Development, v. 14, n. 2, p. e0514248115-e0514248115, 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/48115/37865>. Acesso em 15 abr. de 2026.

EARTH RESOURCES OBSERVATION AND SCIENCE (EROS) CENTER. **Landsat 8–9 Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) Level-2, Collection 2 [dataset].** Reston, VA: U.S. Geological Survey (USGS), 2020. Disponível

em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-9-olitirs-collection-2-level-2#overview>. Acesso em 20 abr. de 2026.

EARTH RESOURCES OBSERVATION AND SCIENCE (EROS) CENTER. **Landsat 8–9 Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor Level-1, Collection 2 [dataset]**. Reston, VA: U.S. Geological Survey (USGS), 2020. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-9-operational-land-imager-and>. Acesso em 20 abr. de 2026.

EDUARD. **Documentation**, 2023. Disponível em: <https://www.fragstats.org/index.php/documentation>. Acesso em 29 abr. de 2026.

EMBRAPA. **Soja**. Londrina: EMPRAPA Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/soja/cultivos/soja1>. Acesso em 10 jun. de 2026.

EMBRAPA. **A agricultura brasileira**. In: VII Plano Diretor da EMBRAPA 2020-2030. Brasília, DF. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126091/1/VII-PDE-2020.pdf>. Acesso em 10 jun. de 2026

Eucalipto - Embrapa Florestas - Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/florestas/eucalipto>. Acesso em 18 jun. de 2026.

EUSÉBIO, G. dos S. et al. **Impactos da difusão de sistemas agroflorestais na produção de soja: uma análise a partir dos censos agropecuários 2006 e 2017**. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Do-Carmo-Fasiaben/publication/354188173_IMPACTOS_DA_DIFUSAO_DE_SISTEMAS_AGR_OFLORESTAIS_NA_PRODUCAO_DE_SOJA_UMA_ANALISE_A_PARTIR_DOS_C_ENSOS_AGROPECUARIOS_2006_E_2017/links/64920094b9ed6874a5c3496a/IMPACTOS-DA-DIFUSAO-DE-SISTEMAS-AGROFLORESTAIS-NA-PRODUCAO-DE-SOJA-UMA-ANALISE-A-PARTIR-DOS-CENSOS-AGROPECUARIOS-2006-E-2017.pdf. Acesso em 15 jun. de 2026.

FARIA, Luiz Carlos de et al. **Política e Legislação Ambiental no Brasil: Breves Reflexões**. In: PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013. p. 217-236.

FIGUEIRA, Cassio José Montagnani. **Ecologia da Paisagem e a Biologia da Conservação**. In: PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013. p. 103-115.

FOLLMANN, Fernanda Maria; FOLETO, Eliane Maria. **Importância das Áreas com Vegetação na Área de Conservação Natural do Aquífero Arenito Basal Santa Maria, Santa Maria, RS**. UFSM, Santa Maria, RS, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337127388005.pdf>. Acesso em 09 mai. de 2026.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. **Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do estado da Paraíba utilizando Mapbiomas®**. Revista Geama (Online), v. 9, p. 56-65, 2023. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/37297/1/DIN%c3%82MICA%20TEMPORAL%20DA%20COBERTURA%20E%20USO%20DAS%20TERRAS%20DO%20ESTADO%20DA%20PARAIBA%20UTILIZANDO%20MAPBIOMAS%e2%80%933%20ARTIGO%20DE%20PERI%c3%93DICO%20CDSA%202023.pdf>. Acesso 16 abr. de 2026.

GONÇALVES, João Vitor de Souza; MARCHI, Eduardo Correa; SOUZA, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira de. **A importância da cultura da soja para o Brasil: uma revisão de literatura**. Sitec – Simpósio de Tecnologia da Fatec Jaboticabal, Jaboticabal, v. 1, n. 1, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/sitec/article/view/364/280>. Acesso em 10 jun. 2026.

IBGE – Produção agropecuária. **Produção agropecuária**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 05 mai. 2026.

ICMBIO. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Capão Bonito: volume I – Diagnóstico**. Brasília, DF: ICMBio, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/flona-de-capao-bonito/arquivos/plano_de_manejo_flona_de_capao_bonito_vol1_diagnostico.pdf. Acesso em 01 mai. de 2026.

ICMBIO. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Capão Bonito: volume II – Planejamento**. Brasília, DF: ICMBio, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/flona-de-capao-bonito/arquivos/plano_de_manejo_flona_de_capao_bonito_vol1_diagnostico.pdf. Acesso em 01 mai. de 2026.

INPE. **Satélite CBERS-4A**. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <https://data.inpe.br/dados/cbers-4a/>. Acesso 25 mai. de 2026.

ICMBIO. **Instrução Normativa nº 7, de 21 de dezembro de 2017**. Estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e revisão de planos de manejo de unidades de conservação da natureza federais. Brasília, DF: ICMBio, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/roteiros-metodologicos/intrucao_normativa_07_2017.pdf. Acesso em 24 mai. de 2026.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Floresta Nacional de Capão Bonito**. São Paulo: Instituto Socioambiental. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/arp/1298>. Acesso 05 mai. de 2026

JUNIOR, Alvadi Antonio Balbinot et al. **Desempenho da soja em sistemas agroflorestais com eucalipto em solo arenoso e clima tropical**. Revista de

Ciências Agroveterinárias, v. 17, n. 4, p. 556-563, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10069/pdf>. Acesso em 17 jun. de 2026.

Laranjeira, M. (2012). **Estrutura Espacial e Processos Ecológicos: O estudo da Fragmentação dos Habitats**. Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n.º 1 (junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. Pág. 59 a 83

LIMA, Elson Fernandes de. **Estrutura da comunidade de mamíferos de médio e grande porte em uma paisagem fragmentada com matriz de eucalipto, Capão Bonito e Buri, SP**. USP, São Paulo, 2012.

LOTI, Layane Beatriz Silva. **Proposta de melhorias no perfil de metadados geoespaciais do Brasil**. UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2019.

LOTTI, L. B. S.; MEDEIROS, A. P. Santos, LISBOA-FILHO, J. **Análise da conformidade dos templates disponíveis na INDE com o perfil de metadados geoespaciais do Brasil**. UFV, Viçosa, 2017. Acesso em: 2 jun. 2026.

Martin Jung, **LecoS — A python plugin for automated landscape ecology analysis**. Ecological Informatics, Volume 31, janeiro de 2016, Páginas 18-21.

MARTINS, Eline Matos et al. **O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica**. Ciência Florestal, v. 29, p. 632-648, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/69Wm8Q5W3HhMpKMK8MnxqXR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 16 jun. de 2026.

MATOS, Rayanne Moreira Andrade. **Aporte e decomposição da serapilheira em áreas em processo de restauração ecológica na Mata Atlântica**. Disponível em: https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/jbrj-ppgenbt_upl/THESIS/269/dissertao_rayanne_matos_verso_final_2021100815312374.pdf. Acesso em 19 jun. de 2026.

MENDES, Jaqueline et al. **Benefícios de um sistema agroflorestal: um estudo de caso no assentamento Valmir Mota de Oliveira em Cascavel-PR**. Revista Faz Ciência, v. 26, n. 44, 1983. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/fazciencia/pt_BR/article/view/33003/23986. Acesso em 15 jun. de 2026.

MIRANDA, Iarley Ribeiro; FREITAS, Samuel Felisberto de. **Análise dos índices NDVI e EVI na produtividade de lavouras cafeeiras: um estudo com a plataforma SATVEG**. IFES, Espírito Santo, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/server/api/core/bitstreams/4f1789e4-60bf-4bb6-9f66-5454545f9bee/content>. Acesso em 15 abr. de 2026.

MITTERMEIER, Russell A. et al. **A brief history of biodiversity conservation in Brazil**. *Conservation Biology*, p. 601-607, 2005. Disponível em: <https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20220611173847.pdf>. Acesso em 28 mai. de 2026.

MONTEIRO, Bruna Freitas; EREIRA FEITOSA, Camila Vitória. **As queimadas no Brasil: Causas, consequências e desafios para a sustentabilidade ambiental.** Revista Ensino, Educação & Ciências Exatas, v. 7, nº Edição Especial, 2025. Disponível em:

<https://revista.grupofaveni.com.br/index.php/ensinoeducacaoociencias/article/view/2539>. Acesso em 10 jun. de 2026.

MORAES, Mayra Cristina Prado de; MELLO, Kaline de; TOPPA, Rogério Hartung. **Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidades de conservação.** Revista Árvore, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rarv/a/SCq8nTSvQHwh8XZgns85hWf/?lang=pt>. Acesso em 10 abr. de 2026.

OLIVEIRA, Marina Baldani. **Efeito da fragmentação florestal na viabilidade de sementes da Mata Atlântica.** 2025. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/73d163b8-8004-47b3-aca-a5368d592d40/content>. Acesso em 15 jun. de 2026.

PAULA, Ranieri Ribeiro. **Avaliação silvicultural de eucalipto em monocultivo e em sistema agroflorestal com diferentes arranjos espaciais.** 2011. Disponível em:

<https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2023/05/Ranieri-Ribeiro-Paula.pdf>. Acesso em 16 jun. de 2026.

PIÑA-RODRIGUES, Fatima Conceição Márquez et al. *Conservação ex situ: dos Bancos Genéticos aos Sistemas Agroflorestais* In: PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013. p. 131-183.

PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013.

PIRATELLI, Augusto João; FAVORETTO, Gabriela Rodrigues; Bellema, Adiana Camilo. *Biologia da Conservação: Uma Ciência Multidisciplinar.* In: PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013. p. 19-39.

PIRES, Alexandra S. et al. **Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. Biologia da Conservação: Essências.** São Carlos, São Paulo, Brazil, p. 231-260, 2006. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Alexandra-Pires-2/publication/259638499_Vivendo_em_um_mundo_em_Pedacos_Efeitos_da_Fragmentacao_Florestal_sobre_comunidades_e_populacoes_animais/links/5617e9e408ae78721f9a6f0e/Vivendo-em-um-mundo-em-Pedacos-Efeitos-da-Fragmentacao-Florestal-sobre-comunidades-e-populacoes-animais.pdf. Acesso em 09 mai. de 2026.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina: Editora Planta, 2001.

RODRIGUES, Elisangela Ronconi et al. **Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo**. Revista Árvore, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/gDkpGScz7hR7QnXLmybQCtJ/?lang=pt>. Acesso em 16 jun. de 2026.

RODRIGUES, Elisangela Ronconi et al. **O uso do sistema agroflorestal taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos**. Revista Floresta, v. 38, nº 3, 2008. Disponível em: https://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/16098/Revista_Floresta_v38_n3_p517-525_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 10 jun. de 2026.

RODRIGUES, Elisangela Ronconi; GALVÃO, Franklin. **Florística e fitossociologia de uma área de reserva legal recuperada por meio de sistema agroflorestal na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo**. Revista Floresta, v36, nº 2, p 299-303, 2006. Disponível em: https://bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/16537/Revista_Floresta_v36_n2_p295-303_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso 12 jun. de 2026.

SARANHOLI, Bruno Henrique. **Genética populacional de felinos e as ameaças para Puma concolor: estruturação populacional recente e atropelamentos**. 2018. Tese de Doutorado. UFSCar. São Carlos-SP. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/e434a0c4-d4aa-4628-85a8-3abb77ceb1db/content>. Acesso em 10 jun. de 2026

Satélite CBERS-4A – Dados Geoespaciais. Disponível em: <https://data.inpe.br/dados/satelite-cbers-4a/>. Acesso em 29 mai. de 2026.

SATVeg | **Classificação do uso e cobertura da terra**, EMBRAPA. Disponível em: <https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/docs/classificacao-do-uso-e-cobertura-da-terra>. Acesso em: 29 mai. de 2026.

SEOANE, Carlos Eduardo Sícoli et al. **Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais**. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 30, n. 63, p. 207-207, 2010. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/158/114>. Acesso em 01 jun. de 2026.

SOUZA, Rafael Eduardo Teza. **Produção de Soja em Sistema Agrossilvipastoril com Eucalipto no Cerrado**. UnB, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a64c/6e10907c56c2841fa083ab066bd98be2341d.pdf>. Acesso em 18 jun. de 2026.

TAMBOSI, Leandro Reverberi. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TIBOLLA, Liliane Bárbara et al. **Efeito do sombreamento artificial no crescimento e produtividade da soja**, Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v14 nº 4, 2021. Disponível em:

<https://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v14i4a6876/139>. Acesso em 17 jun. de 2026.

TOPPA, Rogério Hartung; MELLO, Kaline de; MORAES, Mayra Cristina Prado de. Planejamento de Unidades de Conservação e Geotecnologias: Aspectos Históricos e Aplicações Técnicas *In*: PIRATELLI, Augusto João; FRANCISCO, Mercival Roberto. **Conservação da Biodiversidade – dos conceitos às ações**, 1ª ed., Rio de Janeiro, Technical Books, 2013. p. 195-215.

TOWNSEND, Colin R.; BEGON, Michael; HARPER, John L., **Fundamentos da Ecologia**. 3 ed., Porto Alegre, Artmed, 2010.

TURNER, Monica & GARDNER, Robert. **Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process**. 2º ed., Springer Nature, 2015.

TURNER, Monica & GARDNER, Robert. **Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques**. 2º ed., Springer Nature, 2017.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Common Landsat band combinations**. Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2021. Disponível em: <https://www.usgs.gov/media/images/common-landsat-band-combinations>. Acesso em 20 abr. de 2026.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**. Reston, VA: U.S. Geological Survey, [s.d.]. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>. Acesso em 20 abr. de 2026.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Spectral bandpasses for all Landsat sensors**. Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2026. Disponível em: <https://www.usgs.gov/media/images/spectral-bandpasses-all-landsat-sensors>. Acesso em 20 abr. de 2026.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **What are the band designations for the Landsat satellites?** Reston, VA: U.S. Geological Survey. Disponível em: <https://www.usgs.gov/faqs/what-are-band-designations-landsat-satellites>. Acesso 20 abr. de 2026.

VITÓRIA, Eliaci Silva Santana; CAVALCANTE, Kellison Lima. **Estudo da relação do homem e o meio ambiente: a importância da educação ambiental para a formação da consciência ambiental**. Revista Semiárido De Visu, v. 7, n. 1, p. 60-72, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariidodevisu/article/view/480>. Acesso em 13 mai. de 2026.

WEBER, Eliseu et al. **Qualidade de dados geoespaciais**. UFRGS, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <https://multimidia.ufrgs.br/conteudo/labgeo-ecologia/Arquivos/Publicacoes/Relatorios/1999/Weber et al 1999 Qualidade dados geoespaciais.pdf>. Acesso em 15 mai. de 2026

WERNER, Flávia et al. **Agronomic performance of soybean cultivars in an agroforestry system**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 47, n. 03, p. 279-285, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/45937/24204>. Acesso em 18 jun. de 2026.

WEYERMULLER, André Rafael; DEWES, Vitória Vanessa Maria. **A utilização de agrotóxicos e o impacto ambiental sobre as abelhas**. Revista JurisFIB, v. 16, nº 16, 2025. Disponível em: <https://revistas.fibbauru.br/jurisfib/article/view/812>. Acesso em 12 jun. de 2026.

ZANIRATO, Gilese Lamberti. **A influência da perda e da fragmentação do habitat sobre a ocupação e o padrão de atividade do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*)**, UNESP, São José do Rio Preto, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f2765d86-0447-4e3e-9924-36dcca45126c/content>. Acesso em 12 jun. de 2026.