

**BIOMA MATA ATLÂNTICA: ANÁLISE TEMPORAL DA PRESSÃO ANTRÓPICA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL E SEU ENTORNO**

**MATA ATLÂNTICA BIOME: TEMPORAL ANALYSIS OF ANTHROPIC PRESSURE IN A PROTECTED AREA AND ITS BUFFER ZONE**

**BIOMA DE LA MATA ATLÂNTICA: ANÁLISIS TEMPORAL DE PRESIÓN ANTRÓPICA EN UNIDAD DE CONSERVACIÓN DE PROTECCIÓN INTEGRAL Y SU ALREDEDOR**

**Débora Luisa Silva Teixeira**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[deboralsteixeira@gmail.com](mailto:deboralsteixeira@gmail.com)

**Paula Sayeko Souza Oda**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[sayeko@unifei.edu.br](mailto:sayeko@unifei.edu.br)

**Alexandre Germano Marciano**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[agermano1981@gmail.com](mailto:agermano1981@gmail.com)

**Sara Di Lorenzo**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[sara.lorenzo@hotmail.com](mailto:sara.lorenzo@hotmail.com)

**Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[danielart@unifei.edu.br](mailto:danielart@unifei.edu.br)

**Nívea Adriana Dias Pons**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[npons@unifei.edu.br](mailto:npons@unifei.edu.br)

**Samara Calçado de Azevedo**

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

[samara\\_calcado@unifei.edu.br](mailto:samara_calcado@unifei.edu.br)

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo analisar a evolução temporal da pressão antrópica sobre uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral e sua zona de amortecimento (ZA), inseridos no bioma Mata Atlântica, com auxílio de geoprocessamento. Para isso utilizou-se como estudo de caso a Reserva Biológica

Municipal Serra dos Toledos (RBMST) em Itajubá (MG). Realizou-se o mapeamento da cobertura vegetal através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019 e do Uso e Ocupação do Solo dos anos de 2012, 2016 e 2020 na reserva e sua ZA. Observou-se redução das áreas de vegetação entre 1990 e 2000, representado por uma diminuição de 23,00% das áreas com NDVI superior a 0,60. Já entre 2000 e 2019, as áreas com valores superiores a 0,75 apresentaram um aumento de 15,59%. A análise dos mapas de uso e ocupação do solo apontou um aumento no número de áreas construídas, enquanto as áreas de vegetação densa se mantiveram no período de 2012 a 2020. Conclui-se que houve um aumento na pressão antrópica sobre a RBMST e sua ZA ao longo do período analisado, sendo necessária a revisão da gestão efetuada na UC e maior fiscalização por parte das autoridades competentes.

**Palavras-chave:** Área de proteção. Zona de amortecimento. Geoprocessamento. Índice de vegetação. Uso e ocupação do solo.

### ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the temporal evolution of anthropic pressure in a Protected Area (PA) and its buffer zone (ZA), inserted in the Mata Atlântica biome, using geoprocessing tools. For this purpose, the Serra dos Toledos Municipal Biological Reserve (RBMST), located in Itajubá (MG), was used as a case study. The mapping of vegetation areas using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was performed for the years 1990, 2000, 2010 and 2019 and the land-use and land-cover change of the years 2012, 2016 and 2020 were carried out in the RBMST and its ZA. There was a relative reduction in vegetation areas between 1990 and 2000, represented by a decrease of 23.00% in areas with NDVI values above 0.60. Between 2000 and 2019, areas with values close to 0.75 showed an increase of 15.59%. The analysis of the LULCC maps showed an increase in the number of built-up areas and bare soil, while the dense vegetation areas remained. It is concluded that there was an increase in the anthropic pressure on the RBMST and its ZA throughout the analyzed period, evidencing the need for management review carried out in the UC and greater inspection by the competent authorities.

**Keywords:** Protected area. Buffer zone. Geoprocessing. Vegetation index. Land use and occupation.

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la evolución de la presión humana sobre una Unidad de Conservación de Protección Integral y su zona de amortiguación (ZA), inserta en el bioma de la Mata Atlántica, con la ayuda del geoprocésamiento. Se utilizó como estudio de caso la Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos (RBMST) en Itajubá (Estado de Minas Gerais). La cobertura vegetal fue mapeada mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para los años 1990, 2000, 2010 y 2019 y el Uso y Ocupación del Suelo para los años 2012, 2016 y 2020 en la reserva y su ZA. Se observó una disminución del 23,00% en áreas con valores de NDVI superiores a 0,60. Entre 2000 y 2019, las áreas con valores superiores a 0,75 mostraron un aumento del 15,59%. El análisis de los mapas de uso y ocupación del suelo mostró un aumento en el número de áreas edificadas y suelo expuesto, mientras que las áreas de vegetación densa

se mantuvieron en el período 2012 a 2020. Se concluye que hubo un aumento de la presión humana sobre la RBMST y su ZA durante el período analizado, destacando la necesidad de una revisión de la gestión realizada en la UC y una mayor supervisión por parte de las autoridades competentes.

**Palabras clave:** Área protegida. Zona de amortiguación. Geoprocesamiento. Índice de vegetación. Uso y ocupación del suelo.

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o subsequente aumento da demanda por recursos naturais evidenciaram a necessidade de se estabelecer normas de caráter ambiental a fim de ordenar a ocupação territorial e proteger ecossistemas naturais de grande valor ambiental (HASSLER, 2005; DIAS; PEREIRA, 2010; ARAÚJO et al., 2020). Em âmbito nacional, quanto a proteção de áreas naturais, a Lei nº 9.985/2000 e seu Decreto n. 4.519 foram responsáveis pelo estabelecimento de regulamentações para a implantação e gestão de Unidades de Conservação (UCs), instituindo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000; BRITO et al., 2020).

O SNUC apresenta as UCs como sendo espaços territoriais que possuem características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo poder público, com objetivo de conservação. O papel das UCs como estratégia de proteção da biodiversidade é fundamental, em razão dos benefícios inerentes aos serviços ecossistêmicos gerados por essas áreas protegidas. Os serviços compreendem a conservação dos recursos hídricos e das belezas cênicas, a preservação de sítios históricos e/ou culturais, regulação do clima, manutenção da fauna silvestre e da qualidade do ar e da água (HASSLER, 2005; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2017; BRITO et al., 2020).

As UCs podem ser classificadas de acordo com seus níveis de preservação em: UCs de Uso Sustentável (ex: Área de Proteção Ambiental; Reserva Particular do Patrimônio Nacional e Reserva Extrativista) e em UCs de Proteção Integral (ex: Estação Ecológica; Parque Nacional; e Reserva Biológica). Dentre as tipologias de UC de proteção integral, priorizou-se o estudo sobre as Reservas Biológicas. Estas se propõem a preservar integralmente o ecossistema local, sem qualquer interferência ou modificações, a fim de recuperar seus ecossistemas alterados e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais, permitindo apenas a

utilização para fins científicos e educacionais (BRASIL, 2000; MAGALHÃES JÚNIOR; TOMANIK, 2012; PUREZA, 2016).

Devido a importância destas áreas, as UCs têm seus limites definidos sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000; HASSLER, 2005; MEDEIROS, 2006; DIAS; PEREIRA, 2010; BARRETO; DRUMMOND, 2017). Em busca de minimizar os impactos antrópicos sobre as UCs são estabelecidas regiões em seu entorno, denominadas Zonas de Amortecimento (ZA) (CRUMPACKER, 1998; LIMA et al., 2013).

Esses impactos antrópicos estão relacionados principalmente a poluição de recursos hídricos, aparição de espécies exóticas, avanço da ocupação humana, atividades de turismo e mudanças no uso do solo (RIBEIRO et al., 2021). Os incêndios florestais também figuram como um dos principais problemas enfrentados pelas áreas naturais no mundo nas últimas décadas, consequentes da exploração antrópica dos recursos naturais (GILL et al., 2013; BRANDO et al., 2020; SCHMIDT; ELOY, 2020).

Neste contexto, as ZAs aumentam o tamanho efetivo das UCs, reduzindo as invasões humanas, a exploração dos recursos e contaminação por agrotóxicos. A delimitação das ZAs deve estar contida no Plano de Manejo e o seu tamanho depende das especificações de cada UC, segundo os parâmetros adotados pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (LEUZINGER, 2003; RIONDET-COSTA *et al.*, 2013; BRASILEIRO *et al.*, 2018). Nas ZAs são permitidas certas atividades como a agricultura tradicional (LI et al, 1999; SHAFER, 1999; BRASILEIRO et al., 2018), visto que a agricultura tradicional é baseada no conhecimento técnico-empírico herdada ao longo de gerações e adaptada às condições locais, garantindo segurança e soberania alimentar das famílias, contribuindo para a conservação da biodiversidade (SÁNCHEZ- OLARTE et al., 2015; PAZTUÑAL; ESPÍN, 2016).

Qualquer alteração nas formas de uso e cobertura do solo na ZA, tanto um acréscimo quanto um decréscimo de uma determinada classe de uso e cobertura do solo, pode alterar também os aspectos ambientais da UC (PINTO et al., 2021). Essas mudanças ao longo do tempo podem ser observadas remotamente por meio de imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento, assim como realizado por Briassoulis (2020) e Pinto et al. (2021). Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a evolução temporal da pressão antrópica sobre uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e

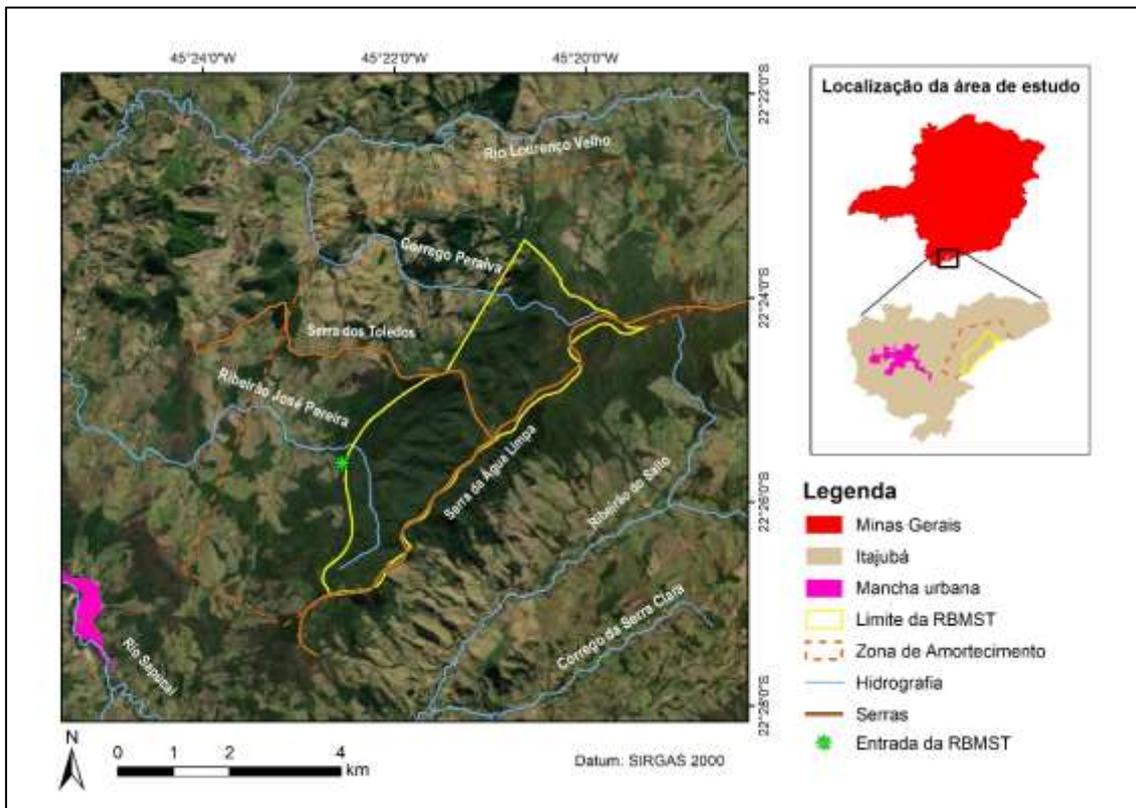
sua ZA no bioma Mata Atlântica, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, utilizando como estudo de caso a Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos (RBMST) em Itajubá (MG), uma UC de Proteção Integral.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A RBMST é uma UC de proteção integral de pequeno porte (11,03 km<sup>2</sup>) e foi implementada integralmente no interior do município de Itajubá (MG), a menos de 10 km da área urbana e do distrito industrial (ITAJUBÁ, 2009), pela Lei 1.211 de 05 de junho de 1979. Somente em 2009 por meio do Decreto Municipal nº 4.136 é que a sua ZA, com 27,22 km<sup>2</sup>, foi estabelecida, com o objetivo de minimizar os impactos negativos da pressão antrópica sobre a UC. A ZA abrange um raio que varia de 1 km dos limites no ponto mais próximo, a 3,3 km dos limites no ponto mais distante, e a legislação não informa quais os critérios utilizados para sua delimitação. A Figura 1 apresenta a localização e os limites da RBMST e de sua ZA, conforme o Decreto Municipal, além de aspectos do meio físico.

**Figura 1-** Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A altitude da região, que varia de 840 a 1760 m (CARVALHO, 2015), aliada a presença do sistema de Monção Sul-Americana (MSA) contribui para o estabelecimento de invernos secos (abril a agosto) e os verões chuvosos (novembro a março) (REBOITA et al., 2015; MARTINS et al., 2018), com média anual de 1490,5 mm de chuva (CARVALHO, 2015). A região possui dois diferentes tipos de solo: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e muito argilosa e Cambissolo Háptico distrófico com argila de baixa atividade, predominante no relevo montanhoso, principalmente topos de encosta, onde os processos de intensa erosão não permitem o aprofundamento e envelhecimento do perfil (IBGE, 2006b; LIMA, 2012).

Em relação aos aspectos socioeconômicos, a ZA da RBMST é englobada por três setores censitários distintos, considerando os dados do censo demográfico de 2010 (IBGE, 2011). A densidade demográfica nesses setores varia de 13,49 a 37,99 hab/km<sup>2</sup> e em média, 33,27% dos domicílios particulares permanentes possuíam abastecimento de água por rede geral de distribuição em 2010 e 36,83 % faziam uso de poços e nascentes para a obtenção de água. Em um dos setores censitários, 83,12% dos domicílios despejavam o esgoto em valas, enquanto nos outros dois setores, aproximadamente 70,00% dos domicílios lançavam os efluentes domésticos em cursos d'água. Já a porcentagem de domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal per capita de até 1 SM ou sem rendimento variou de 65,58 a 80,34 % nesses setores, demonstrando o baixo poder aquisitivo da população residente no local.

Como uma das 8 Reservas Biológicas Municipais existentes no país (CNUC, 2020), a RBMST atua como corredor ecológico em virtude da continuidade seu território à Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira (APASM), UC federal de uso sustentável (ALVARES et al., 2013). Sendo assim, a reserva encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, como um importante remanescente florestal na região sul de Minas Gerais (FLAUZINO et al., 2016). Segundo Santos et al. (2020a), a Mata Atlântica apresenta-se como um dos ecossistemas mais complexos do mundo, com mais de 20 mil espécies vegetais, sendo 8 mil delas endêmicas.

Na RBMST, destaca-se a presença de espécies como *Aspidosperma parvifolium* (peroba), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cariniana estrellensis* (jequitibá), *Nectandra lanceolata* (canela), *Araucaria angustifolia* (araucária), bem como, uma grande variedade



de bromélias e orquídeas e uma baixa densidade de gramíneas em virtude do elevado sombreamento (IEF, 2008). A cobertura vegetal é representada pelo contato da Floresta Ombrófila Densa com a Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Mata de Araucárias ou Pinheiral (BRASIL, 1983). Mais especificamente em sua ZA, estão presentes remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica, áreas de pastagens e de agricultura tradicional de subsistência (LIMA et al., 2013; SANTOS et al., 2017).

Além disso a reserva é responsável por abrigar diversas espécies da fauna: *Oryzoborus maximiliani* (bicudo), *Nothura minor* (codorna-mineira), *Spizastus melanoleucus* (gavião-pato), besouros endêmicos (*Jurasai itajubensis* e *Tujamita plenalatus*) e mamíferos em extinção como *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Puma concolor* (onça-parda), *Leopardus pardalis* (jaguaritica), *Lontra longicaudis* (lontra), *Cebus nigrinus* (macaco-prego), *Callithrix aurita* (sagui-da-serra-escuro), entre outros, como o ilustrado na Figura 2 (IEF, 2008; ROSA et al., 2020; ROMA, 2020).

**Figura 2** - Alguns dos mamíferos registrados na RBMST no estudo de Roma (2020): a) *Puma concolor* (onça parda); b) *Leopardus pardalis* (jaguaritica); c) *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno); d) *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará); e) *Cerdocyon thous* (graxaim-do-mato); f) *Eira barbara* (irara); g) *Nasua nasua* (quati); h) *Sciurus aestuans* (caxinguelê); i) *Cebus nigrinus* (macaco-prego-preto)



Adaptado de: ROMA (2020).

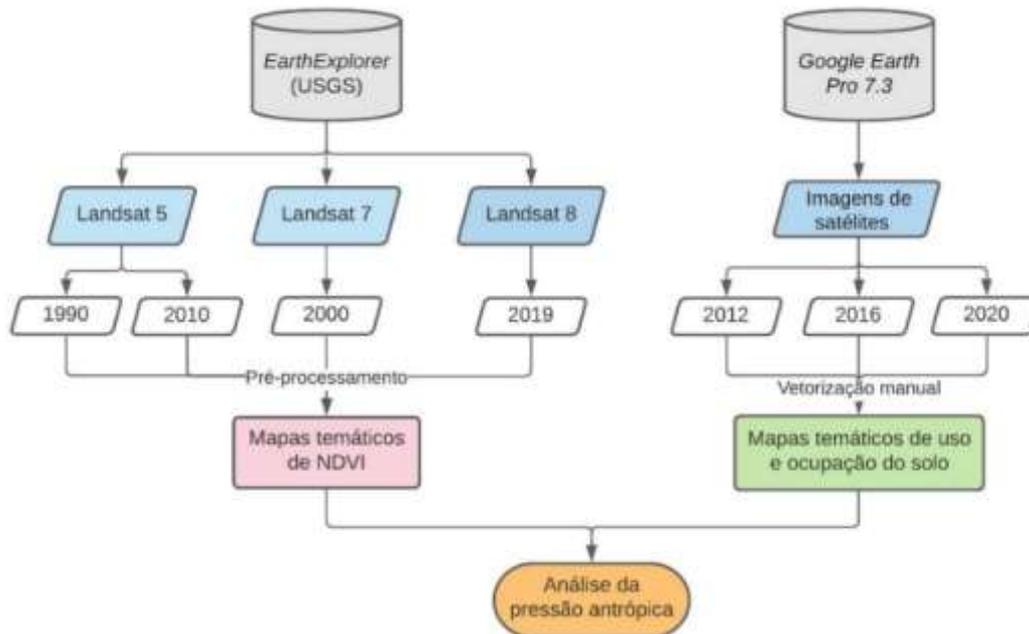
A RBMST possui duas cadeias de montanhas, a Serra dos Toledos e a Serra da Água Limpa, esta última faz a divisa dos municípios de Itajubá e Delfim Moreira, por este motivo a região montanhosa se destaca como área de recarga hídrica. A Serra dos Toledos delimita duas bacias hidrográficas: ao sul estão localizadas as nascentes do Ribeirão José Pereira, que deságua no Rio Sapucaí na zona urbana e, ao norte, as nascentes do Córrego Peralva que deságua no rio Lourenço Velho. A bacia do Ribeirão José Pereira apresenta grande importância estratégica para o município, tanto para o abastecimento de água, dado que o rio contribui com uma vazão captada de 50 l/s (ARSAE-MG, 2015), quanto para a expansão urbana, sendo sede da Prefeitura Municipal e de infraestruturas de lazer para a população.

A reserva é de acesso restrito, sendo permitido apenas atividades autorizadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Itajubá, com fins de pesquisa e educação. No entanto, o fato de estar rodeada por bairros rurais e próxima ao centro urbano de Itajubá faz com que a RBMST sofra impactos negativos devido a atividades de caça, presença de espécies invasoras (ROMA et al., 2020), invasões ilegais e incêndios florestais (LIMA et al., 2013). Salienta-se que a Reserva ainda não possui Plano de Manejo, documento essencial na regulamentação da utilização dos recursos naturais de uma UC (SOUZA et al., 2016; PEREIRA et al., 2019), o que aliado a uma fiscalização ineficiente dos impactos ambientais gerados por atividades desenvolvidas na ZA pode tornar a UC suscetível à degradação.

### **Metodologia**

O presente trabalho foi elaborado baseando-se em duas metodologias distintas, a primeira relacionada à geração de mapas do Índice de Vegetação com Diferença Normalizada (NDVI) a partir de imagens de satélite dos dias 22/05/1990, 26/06/2000, 01/08/2010 e 25/07/2019 e a segunda associada à geração de mapas de uso e cobertura da terra correspondente aos anos de 2012, 2016 e 2020 (Figura 3).

**Figura 3 - Metodologia desenvolvida no trabalho**



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

### Mapeamento da evolução temporal da cobertura vegetal com o uso do NDVI

Uma alternativa para o monitoramento da cobertura do solo é por meio da utilização de índices espectrais, os quais baseiam-se em transformações aritméticas simples entre bandas multiespectrais visando a extração de informações da superfície (PONZONI et al., 2012). Com o foco no monitoramento da vegetação, um índice amplamente utilizado é o NDVI que possibilita monitorar as condições biofísicas e a distribuição espacial da cobertura vegetal em um ecossistema (QUESADA et al., 2017). O NDVI, cuja equação foi proposta por Rouse et al. (1973), procura explorar o comportamento espectral da vegetação compreendendo, portanto, o quociente da diferença da reflectância ( $\rho$ ) no infravermelho próximo (NIR) e a reflectância no vermelho (R) pela soma dessas duas bandas, como demonstrado na Equação 1.

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R)} \quad \text{Eq. 1}$$

Para a análise da evolução do NDVI na RBMST e sua ZA foram utilizadas imagens provenientes dos sensores TM, ETM+ e OLI/TIRS, a bordo dos satélites LANDSAT 5, LANDSAT 7 e LANDSAT 8, respectivamente com órbita/ponto 218/76.

A escolha de imagens da série LANDSAT se deu pela maior disponibilidade de dados contínuos da superfície terrestre, além da homogeneidade dos produtos que possuem a mesma resolução espacial (30 m) para a análise das bandas multiespectrais dos períodos selecionados. As imagens foram obtidas já com correção atmosférica (valores de reflectância de superfície) e disponibilizadas por demanda pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) na plataforma *Earth Explorer*<sup>1</sup>. As imagens foram baixadas obedecendo alguns critérios, tais como a menor porcentagem de cobertura de nuvens, período de estiagem e a melhor visualização da área estudada.

Além da consideração desses critérios, foi realizada uma análise dos ciclos de chuvas dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2019, através de dados disponibilizados pela plataforma *Giovanni*<sup>2</sup> pertencente a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA). Essa análise identificou os meses de estiagem (entre abril e agosto) e assim foram selecionadas no catálogo da USGS as imagens de satélites (LANDSAT 5, 7 e 8) das seguintes datas: 22/05/1990, 26/06/2000, 01/08/2010 e 25/07/2019. Cabe ressaltar que, devido à presença massiva de nuvens na área de estudo e plumas de fumaça de incêndios florestais ocorridos durante o período de estiagem do ano de 2020, não foi possível realizar as análises de NDVI para o referido ano.

Por fim, a geração dos valores de NDVI foi realizada pela operação aritmética entre as bandas do vermelho e infravermelho (Equação 1) através da ferramenta “Calculadora Raster” disponível no *software* QGIS versão 3.10.9. Os mapas foram dispostos em uma mesma folha e foi realizado o cálculo de área para os intervalos de NDVI adotados, facilitando a análise temporal pretendida na área de estudo.

### **Mapeamento da evolução temporal do uso e ocupação do solo**

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foi utilizado o programa *Google Earth Pro 7.3*, por ser um programa gratuito e de fácil acesso. Esse programa possui imagens dos satélites da *DigitalGlobe* incluindo o *QuickBird*, *WorldView-1* e *WorldView-2*, com resolução espacial de cerca de 50 cm, necessárias para a análise visual. As análises foram feitas através das imagens dos anos de 2012, 2016 e 2020.

---

<sup>1</sup> *Earth Explorer*: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

<sup>2</sup> *Giovanni*: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>

Imagens do *Google Earth Pro* também foram utilizadas no trabalho de Malarvizhi et al. (2016) e os autores destacaram que apesar da impossibilidade de obtenção de dados originais das bandas espectrais, o que inviabiliza a classificação de imagens utilizando técnicas de classificação automática em SIG, o uso dessas imagens é uma alternativa de grande importância para estudos nesta linha, pois oferece imagens de alta resolução (inferior a 1m) possibilitando a obtenção de informações precisas e detalhadas sobre o uso da terra gratuitamente.

Em seguida, para identificar o uso e ocupação do solo, foram elaboradas chaves de interpretação visual das classes presentes na área de estudo, por meio dos elementos de reconhecimento como tonalidade da cor, textura e forma (MOREIRA, 2011). No Quadro 1 é apresentada a chave de interpretação elaborada para a identificação dessas classes a partir dos elementos de interpretação visual utilizados, que serviram de subsídio para análise visual e vetorização dos polígonos no ambiente *Google Earth Pro* 7.3. De acordo com as características encontradas na área, foram identificadas 5 classes: Vegetação densa, Pastagem, Solo Exposto, Áreas construídas e Corpos d'água, e a delimitação das classes foi exportada em arquivos *Keyhole Markup Language* (.kml). Os arquivos vetoriais referentes ao uso e ocupação do solo para os anos de 2012, 2016 e 2020 foram, então, inseridos no *software* QGIS 3.10.9, para quantificação e comparação das áreas.

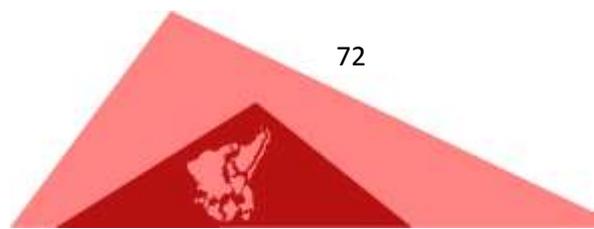
**Quadro 1** - Chave de interpretação para identificação das classes presentes na imagem para mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Amostra da imagem	Tonalidade/Cor	Textura	Forma
Vegetação densa		Verde-escura	Rugosa	Regulares e irregulares
Pastagem		Verde-claro/ rosa-claro	Média e lisa	Irregulares
Solo exposto		Branca	Lisa	Irregulares
Áreas construídas		Cinza/marrom	Lisa	Regulares
Corpos d'águas		Verde	Lisa	Regulares

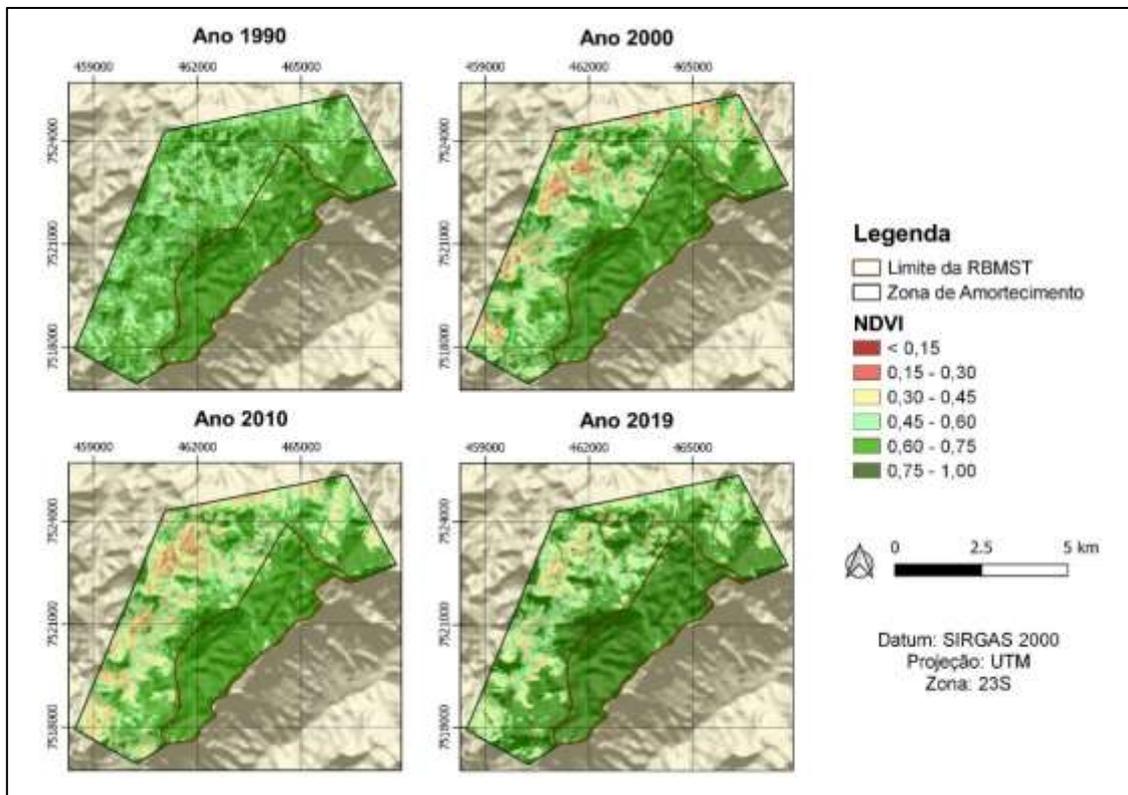
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Alguns estudos realizados na RBMST têm indicado o comprometimento da qualidade microbiológica do solo no seu interior devido a atividades antrópicas exercidas em sua ZA (LIMA et al., 2013) e revelado registros diretos da presença de espécies invasoras (ROMA et al., 2020). Entretanto, há uma lacuna no que se refere ao monitoramento da vegetação antes e após a criação da reserva. O NDVI de cada imagem foi computado e os valores resultantes variaram de -1,00 a 1,00, os quais foram agrupados em 6 classes, conforme ilustrado na Figura 4.



**Figura 4 -** Variabilidade temporal do NDVI na RBMST e seu entorno para 22/05/1990, 26/06/2000, 01/08/2010 e 25/07/2019



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022)

Quando o valor resultante da Equação 1 é negativo, maior é a reflectância do visível, sendo observado principalmente no comportamento espectral dos corpos hídricos. Por sua vez, valores positivos próximos de 0, indicam uma reflectância semelhante na região do visível e do infravermelho, comportamento espectral esperado para áreas de solo exposto. Quanto mais próximo de 1, mais densa e desenvolvida é a cobertura vegetal, já que maior é a reflectância do infravermelho, indicando uma vegetação sadia e fotossinteticamente ativa (OLIVEIRA et al., 2012, QUESADA et al., 2017).

Nesse sentido, pode-se observar pela análise visual da Figura 4 que no ano de 1990 grande parte da RBMST e sua ZA apresentaram valores de NDVI próximos de 1, que corresponde ao período mais próximo da criação da reserva, que se deu em 1979. No entanto, entre os anos de 1990 e de 2000 houve um aumento de 8,83% das áreas com valores de NDVI menores que 0,45, o que indica uma diminuição das áreas de vegetação densa. Segundo dados dos Censos Demográficos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Itajubá apresentou um aumento populacional, passando

de 75.014 habitantes em 1991 para 90.658 em 2010. Somente entre a população rural houve um aumento de cerca de 59,51% dos habitantes, elucidando algumas das transformações ocorridas no espaço rural do município, no qual a RBMST está inserida (IBGE, 1991; IBGE, 2010).

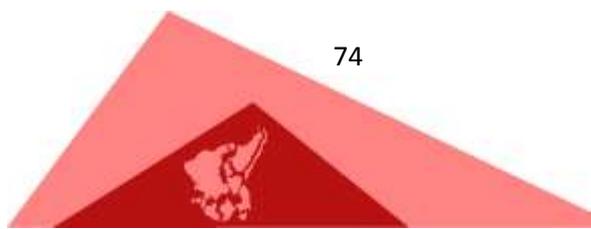
Para facilitar a análise da evolução temporal da cobertura vegetal por meio do NDVI nos períodos selecionados, além da elaboração do mapa, foram calculadas as áreas correspondentes a cada uma das classes definidas (Tabela 1). Verificou-se, através desses dados, que em 1990, mais de 90% (~35km<sup>2</sup>) da área da RBMST e sua ZA era composta por vegetação mais densa, indicado pelos valores de NDVI superiores a 0,60. Já em 2000, essa área passou para 68% (~26 km<sup>2</sup>), representando uma redução de quase 23% na cobertura por vegetação densa da reserva e de sua ZA.

**Tabela 1** - Variação temporal quantitativa das classes de NDVI para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2019 em relação à área total da RBMST e sua ZA

NDVI	1990		2000		2010		2019	
	km <sup>2</sup>	%						
< 0,15	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,15 - 0,30	0,01	0,01	0,07	0,17	0,01	0,04	0,01	0,02
0,30 - 0,45	0,12	0,32	3,44	9,01	3,71	9,71	1,26	3,30
0,45 - 0,60	3,25	8,50	8,66	22,67	10,56	27,65	6,21	16,26
0,60 - 0,75	17,41	45,58	9,90	25,92	5,10	13,35	8,64	22,61
> 0,75	17,40	45,55	16,13	42,21	18,81	49,24	22,08	57,80

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022).

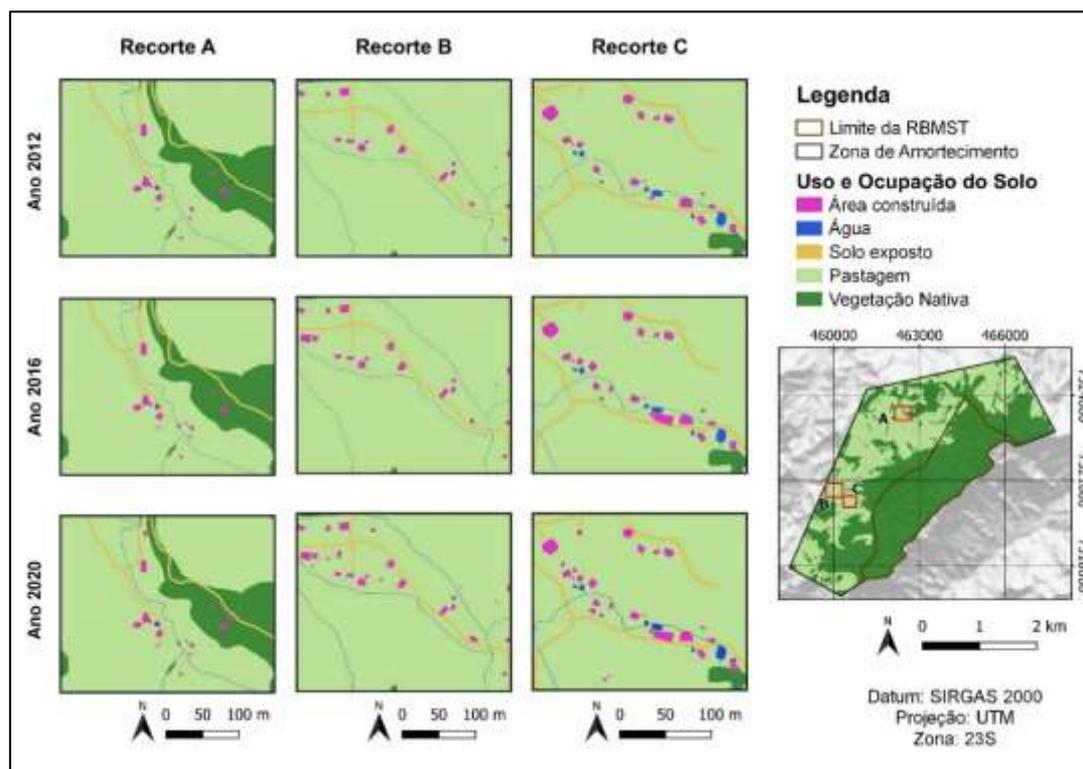
Entre os anos de 2010 e 2019, foi observado um aumento de 7% nos valores de NDVI superiores a 0,75. Esse aumento pode estar relacionado à instituição, em 2009, da zona de amortecimento da RBMST (Decreto nº 4.136/09), que vedou o estabelecimento de empreendimentos de qualquer natureza que não contemplem projetos de conservação da água e do solo. Macedo et al. (2020), em um estudo que detectou a variação de cobertura vegetal a partir do NDVI na UC do Parque Estadual das Carnaúbas, localizada no Estado do Ceará também observaram que devido a área ter se tornado uma UC de Proteção Integral no ano de 2006, houve um aumento de áreas de regeneração florestal de 12,42 km<sup>2</sup> no período de 1986-2006 para 17,66 km<sup>2</sup> no período de 2006-2018.



No que se refere à RBMST, outro fator também pode ter originado esse incremento: o padrão de chuvas nos anos de 1990, 2000 e 2010 para a época de estiagem (período em que as imagens de satélite foram selecionadas) se manteve muito semelhante. O ano de 2019, por sua vez, possui maiores valores de precipitação em seu período de estiagem, fato que pode ter contribuído como o aumento do vigor da vegetação e consequentemente o incremento de áreas com NDVI superior a 0,75.

Através da chave de interpretação gerada para identificação das classes de uso e cobertura do solo proposta no Quadro 1, foi obtido o mapeamento e realizada a análise da evolução temporal do uso e ocupação do solo na RBMST e sua ZA. Realizou-se um recorte da área de estudo, especificamente, para a ZA, buscando evidenciar as mudanças de uso e ocupação do solo após a seu estabelecimento no ano de 2009 (Figura 5).

**Figura 5** - Mapa de uso e ocupação do solo na zona de amortecimento e na RBMST nos anos de 2012, 2016 e 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Comparando-se os percentuais das classes de uso do solo de 2012, 2016 e 2020 na ZA e na RBMST, observou-se que não houve crescimento das áreas de vegetação densa e de pastagem, sendo identificado um aumento das áreas construídas (Tabela 2).

**Tabela 2** - Quantitativo das classes do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento e na RBMST nos anos de 2012, 2016 e 2020.

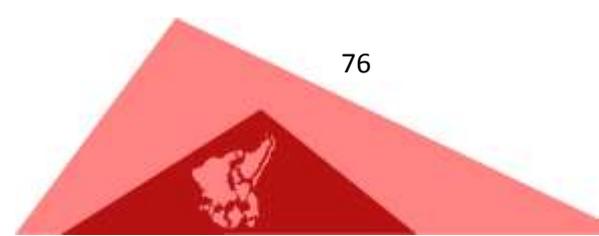
Uso e cobertura do Solo	2012		2016		2020	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Pastagem	15,15	39,66	15,16	39,68	15,13	39,59
Vegetação densa	22,73	59,51	22,74	59,51	22,74	59,51
Solo exposto	0,22	0,58	0,21	0,55	0,24	0,63
Áreas construídas	0,04	0,11	0,05	0,12	0,05	0,13
Corpos d'aguas	0,05	0,14	0,06	0,14	0,06	0,14

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2022)

Considerando-se somente a classificação do uso e ocupação do solo da ZA em 2020, percebe-se que a classe predominante é a pastagem, retratando a antropização da ZA da RBMST. A supressão da vegetação para implantação de atividades agropecuárias pode ter grande impacto sobre a ciclagem de água, reduzindo a evapotranspiração e interferindo no regime de chuvas (ZEMP et al., 2017; EXBRAYAT et al., 2017). Além disso, os impactos causados pelo pisoteio animal e pelo uso de máquinas agrícolas podem desencadear a compactação, a erosão e a lixiviação dos solos e o assoreamento de rios e nascentes, provocando graves alterações no fluxo hídrico e na biota aquática (ABADIAS et al., 2020).

O número de áreas construídas presentes na ZA variou de 161 em 2012, para 172 em 2016, e para 204 em 2020. Outra variação encontrada foi a quilometragem de estradas, que passou de 45,09 km em 2012 para 50,33 km em 2020, evidenciando a pressão antrópica exercida sobre a área. Tal fato vai de encontro com os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2016, que indicam um aumento das áreas de estabelecimentos agropecuários de 16.561 para 18.516 hectares no município de Itajubá nesse período (IBGE, 2006a; IBGE 2017).

Campelo et al. (2022) salientam a grande importância do monitoramento dos impactos ambientais das atividades agrícolas em UCs, tendo em vista a necessidade de disciplinar essas atividades na ZA e fornecer informações para a elaboração do Plano de Manejo. No caso da RBMST, os dados do Censo Demográfico de 2010, apresentados na caracterização da área de estudo, evidenciam também a necessidade de melhorias no



atendimento de serviços de saneamento básico para a população residente da ZA, visto que cerca de 37,00% das residências da região fazem uso de poços e nascentes para a obtenção de água. Em períodos de fortes precipitações, o acúmulo de resíduos sólidos, o carreamento de pesticidas e a presença de esgoto em valas, acabam favorecendo a contaminação da água por vetores biológicos e por produtos químicos (BARCELLOS; SABROZA, 2001; PORTELA et al., 2020).

O mapa da Figura 5 que apresenta o uso e cobertura do solo em toda a área da RBMST e sua ZA mostra, ainda, a existência de áreas de pastagem na região noroeste da reserva. A RBMST é uma UC de Proteção Integral, ou seja, sua delimitação tem fins unicamente de preservação de seus recursos, fazendo com que a presença de áreas de pastagem no seu interior contraste com o estabelecido no Decreto Municipal de 1979 (ITAJUBÁ, 1979). Tal fato pode estar associado à falta de delimitação física adequada na reserva, não inibindo atividades econômicas desenvolvidas pelos moradores da ZA. Como pode ser observado na Figura 6, moradores desenvolvem atividades pecuárias na ZA, em áreas próximas aos limites da RBMST. Roma et al. (2020) relataram que a cerca que delimita a reserva encontra-se em estado precário, o que pode facilitar a entrada de espécies invasoras, como bois, cães domésticos e cavalos.

**Figura 6** – Registros fotográficos da região no entorno da entrada da RBMST: a) Entrada da reserva (localização apontada na Figura 1); b) Área de pastagem na ZA; e c) Pequenas propriedades rurais



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Além da situação do cercamento da reserva, Roma et al. (2020) também verificaram evidências diretas de caça ilegal na RBMST, através de armadilhas fotográficas instaladas na região noroeste da reserva que registraram imagens de um homem portando arma branca, juntamente com seus cães. A presença de cães na RBMST também já foi relatada no estudo de Lima et al. (2013), que também confirmou que a UC é alvo de outros invasores ilegais, como extrativistas, fato que demonstra a fragilidade na gestão do local. Segundo Vilela e Guedes (2014), a presença de cães domésticos em UCs é uma situação grave tendo em vista a possibilidade de declínio das populações de diversos animais nativos, incluindo a redução das populações de presas para os carnívoros silvestres, além de representarem uma via de entrada de muitas doenças contagiosas para os animais nativos.

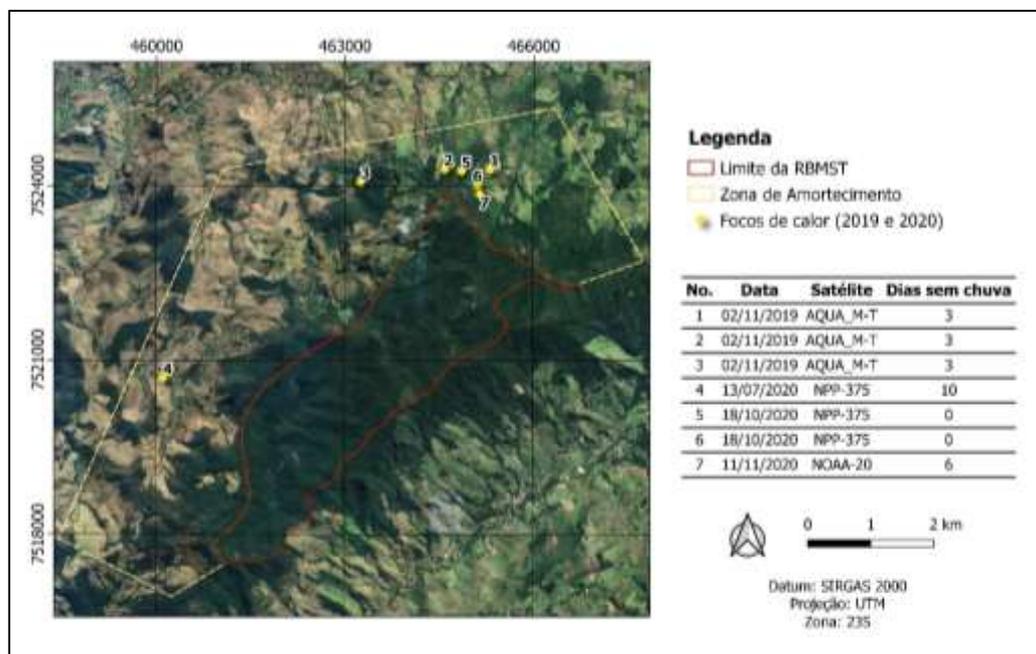
Indicativos de atividades de caça também foram encontrados no Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro - SP) por Sabatini et al. (2015) e no Parque Estadual Mata do Xém-Xém (Bayeux - PB) por Mendes et al. (2019). Sabatini et al. (2015) constataram a caça de ave canora (*Saltator similis*) devido a apreensão da gaiola com alçapões na borda da mata junto ao carreador de cana-de-açúcar (locais de fácil acesso e fuga). No Parque Estadual de Vassununga existe vigilância motorizada que circunda os fragmentos no período diurno, mas os autores apontaram a necessidade de uma fiscalização intensiva tanto no entorno quanto no interior das matas dos fragmentos.

Além de ameaças relacionadas à caça e extrativismo ilegal, foram verificados, ainda, focos de calor no interior da RBMST nos anos de 2019 e 2020, como pode ser observado na Figura 7. Os focos de calor, que se concentraram na região noroeste da ZA, puderem ser identificados através dos dados, disponíveis para os anos de 2012 em diante, no Banco de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020).

Segundo informações do próprio Banco de Queimadas, o satélite polar AQUA, que se localiza a 710 km da superfície da Terra, consegue identificar uma área mínima de 30 m de extensão por 1 m de largura, enquanto os satélites geoestacionários NPP-SUOMI e NOAA-20 possuem resolução espacial de 375 m, que o permite identificar áreas de alguns m<sup>2</sup> durante a noite, somente se a temperatura for superior a 300 °C. Para ambos os casos, em razão da resolução do pixel de cada imagem, um foco de incêndio identificado pelos satélites pode indicar tanto uma pequena área queimada quanto várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. Considerando as

dimensões da ZA da RBMST, esses focos podem ter comprometido uma área considerável do território.

**Figura 7** – Focos de incêndio observados por satélite no interior da ZA da RBMST



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

As queimadas são responsáveis pelo desaparecimento e fragmentação de habitats, alterações na estrutura do solo (processo de desertificação), redução da cobertura do dossel e da biomassa viva na camada superficial do solo, bem como pelo aumento da emissão de carbono (NUMATA et al., 2017; SILVA JÚNIOR. et al., 2018). Esse aumento projeta consequências no sistema climático como a intensificação do aquecimento global e a diminuição da qualidade do ar (ARAGÃO et al., 2018; SMITH et al., 2014). Em UCs inseridas em áreas rurais, é muito importante que sejam tomadas medidas para fiscalização e assistência técnica aos agricultores e pecuaristas residentes na ZA, a fim de possibilitar o desenvolvimento dessas atividades de forma mais sustentável, sem o uso do fogo (TEIXEIRA et al., 2021). Além disso, ações de educação ambiental são essenciais na sensibilização de moradores da ZA, a fim de se evitar incêndios, principalmente em períodos de estiagem, quando as condições meteorológicas geram uma maior suscetibilidade à propagação do fogo.

Cenários de diferentes graus de pressão antrópica também foram observados em estudos envolvendo outras UCs de Proteção Integral inseridas na Mata Atlântica. Iwama et al. (2014), em estudo realizado no Parque Estadual da Pedra Branca (Rio de Janeiro - RJ), identificaram o aumento das moradias e de pessoas ao longo dos anos, com moradores das classes alta a baixa e o desenvolvimento de agricultura dentro dos limites do parque. Ainda no estado do Rio de Janeiro, Welerson et al. (2021) analisaram a expansão antrópica do município de Paraty em relação ao Parque Nacional da Serra da Bocaina. As autoras verificaram o crescimento da ocupação antrópica de maneira difusa em relação ao Parque, sem respeito ao Plano Diretor do município, incidindo na diminuição da cobertura vegetal nativa, o que evidencia a necessidade de melhorias na gestão municipal e do Parque por meio dos órgãos responsáveis.

Dias et al. (2020) realizaram um estudo na Reserva Biológica de Pinheiro Grosso (Barbacena - MG), criada em 1987, com Plano de Manejo desde 2006, e verificaram que a UC apresenta 33,82% (162 ha) de sua área ocupada por área antropizada, evidenciando os conflitos socioambientais existentes na área, tendo em vista que se trata de uma tipologia de UC que não admite a exploração dos seus recursos naturais.

Em uma Reserva Biológica marinha localizada no estado do Sergipe (Reserva Biológica de Santa Isabel), Ferreira et al. (2015) encontraram um quadro igualmente preocupante, constatando a ocorrência frequente de pesca na UC, além de atividades de turismo e recreação, o que também vai contra os objetivos de uma UC de proteção integral. Assim como a RBMST, essa Reserva Biológica marinha não possui um Plano de Manejo, documento no qual deve constar o zoneamento do território da UC com as respectivas normas e os programas de gestão.

Santos et al. (2020b), por sua vez, analisaram a expansão antrópica na região oeste da ZA do Parque Nacional do Itatiaia e observaram um aumento no número de residências e da exploração turística. Tal resultado indica que, apesar das restrições impostas pela legislação e da existência das ZAs, moradores vizinhos e visitantes ilegais, em razão da facilidade ao acesso, exercem pressão no sistema ambiental, anulando os avanços conquistados pela iniciativa de delimitação da área protegida ou até mesmo ocasionando novos problemas ambientais (GELDMANN et al., 2015).

Situação ainda mais alarmante foi encontrada por Mendes et al. (2019), ao analisarem as interferências antrópicas recorrentes no Parque Estadual Mata do Xém (Bayeux - PB). Através de visitação, os autores observaram a presença de resíduos das mais diversas origens; indícios de focos de queimadas no raio onde encontram-se resíduos; desmatamento com a finalidade de uso ilegal da madeira; além de trilhas que indicam a presença humana, até mesmo na parte mais densa da vegetação. Os autores enfatizaram a necessidade de gerenciamento mais eficiente, capaz de proporcionar uma preservação mais efetiva, visando a diminuição e/ou controle de possíveis impactos, assim como benefícios a população do entorno.

Sendo assim, verifica-se que as UCs brasileiras e principalmente as existentes nos biomas Mata Atlântica, encontram-se sobre intensa pressão antrópica. De acordo com o estudo de Jones et al. (2018), quase um terço (32,8 % ou aproximadamente 6 milhões de km<sup>2</sup>) das áreas protegidas terrestres em todo o mundo estão sob intensa pressão antrópica, sendo degradadas por rodovias, pastagens ou urbanização. Salientam, ainda, que é evidente a urgência de esforços que avaliem de maneira objetiva a pressão humana e as condições de habitat dentro dessas áreas, aliados a melhores práticas de gestão no entorno das mesmas.

Sousa e Santos (2020) também destacam que o Brasil tem enfrentado forças políticas contrárias aos objetivos conservacionistas, o que tende a refletir sobre as políticas nacionais de promoção do desenvolvimento sustentável e da conservação e preservação dos domínios naturais ameaçados. Dessa forma, torna-se indispensável o debate e participação social na manutenção da gestão sustentável dos recursos naturais no país.

No que se refere à RBMST, Lima et al. (2013) realizaram uma caracterização dos atributos físicos, químicos, microbiológicos e visuais da qualidade do solo na ZA da reserva, sendo comprovado que as atividades antrópicas exercidas na ZA interferem e comprometem a qualidade microbiológica do solo presente no interior da reserva. Nesse sentido, os resultados obtidos e as análises realizadas mostram que existe pressão antrópica sobre a RBMST e sua ZA. Essa pressão é preocupante, visto que pode continuar a gerar supressão de vegetação nativa e queimadas descontroladas, riscos a espécies ameaçadas de extinção e impactos negativos nos serviços ecossistêmicos por ela fornecidos.

Ressalta-se que o uso de práticas sustentáveis é um caminho promissor, mas para sua concretização torna-se necessária a cooperação das autoridades e das lideranças comunitárias, propondo novas alternativas e tecnologias que ajudem a modificar a realidade existente (REIS; COSTA, 2017). Segundo Melo et al. (2020), ter a comunidade como aliada no processo de planejamento e gestão de uma UC é um aspecto importante, visto que é capaz de gerar um sentimento de pertencimento nos habitantes do entorno, ajudando de forma significativa na conservação da área. Em contrapartida, se esses indivíduos forem excluídos desse processo, poderão promover a exploração não sustentável, gerando danos aos recursos bióticos e abióticos. Além disso, como Moura e Costa (2009) apontam, o simples ato de criação de uma UC não é suficiente sem o acompanhamento da realização de estudos sobre seu manejo e do planejamento de forma mais efetiva da proteção dos recursos naturais.

## CONCLUSÕES

O monitoramento da cobertura vegetal com o auxílio de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por meio de índices como o NDVI e do mapeamento de uso e ocupação do solo, tem sido aperfeiçoado e constantemente aplicados na avaliação da pressão antrópica sobre UCs e se mostrou adequado no estudo da Reserva Biológica Municipal Serra dos Toledos e sua zona de amortecimento.

A avaliação da evolução temporal da cobertura vegetal a partir da análise do índice NDVI mostrou que embora tenha havido uma redução de aproximadamente 23% nas áreas de vegetação com valores de NDVI superiores a 0,60 entre 1990 e 2000. Foi observado, ainda, um aumento de 12,25% nas áreas com índices de vegetação superiores a 0,75 de 1990 para 2019, que pode estar relacionado à uma maior variação do regime de chuva para o ano de 2019, do que para os outros anos estudados.

Já o mapeamento do uso e ocupação do solo indicou um aumento de 10.000 m<sup>2</sup> nas áreas construídas e de 20.000 m<sup>2</sup> de solo exposto, enquanto as áreas de Vegetação Densa se mantiveram de 2012 a 2020. No interior da ZA, o número de áreas construídas variou de 161, em 2012, para 204 em 2020. Além disso, a quilometragem de estrada passou de 45,09 km para 50,34 km no mesmo período. Estes resultados podem refletir o aumento da expansão antrópica e dos estabelecimentos agropecuários em Itajubá,

retratados, respectivamente, pelos dados levantados pelos Censos Demográficos de 1991 e 2010 e Censos Agropecuários de 2006 e 2016 realizados pelo IBGE.

O presente trabalho possibilitou, portanto, verificar e levantar alguns dos principais efeitos da pressão antrópica sobre a RBMST e sua ZA, fornecendo subsídios para o planejamento da área, visto que a ausência de um Plano de Manejo acaba enfraquecendo a fiscalização no interior e entorno da UC. Em vista dos resultados encontrados, algumas ações podem contribuir para uma melhor gestão da área, sendo possível sua replicação em outras UCs, tais como: sinalização adequada dos limites da RBMST bem como fiscalização do uso da terra visando inibir atividades pecuárias dentro de áreas de proteção integral; e elaboração do Plano de Manejo para o zoneamento da RBMST, auxiliando na preservação e conservação dos recursos naturais nela existentes.

Sugere-se também o desenvolvimento de projetos de educação ambiental com os residentes do entorno da reserva e elaboração de estratégias para a melhoria do acesso ao saneamento básico na região, a fim de transformar essas pessoas em agentes e aliados na conservação dos recursos naturais desta UC, ao mesmo tempo que se garante qualidade de vida para a população. Ter a população como aliada é ainda mais importante quando se considera que municípios de pequeno/médio porte, como é o caso de Itajubá, enfrentam graves dificuldades em relação a recursos humanos adequados para realizar a fiscalização das atividades realizadas em UCs municipais.

Por fim, ressalta-se a grande importância da conservação da RBMST, visto que o Ribeirão José Pereira, que tem sua nascente na reserva, contribui com uma vazão captada de 50 l/s para o abastecimento humano no município de Itajubá e a reserva atua como corredor ecológico, em virtude de dar continuidade à Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira.

## REFERÊNCIAS

ABADIAS, I.M.; FONSECA, P.R.B.; BARBOSA, C.H.; SALES, M.C.G. **Identificação dos principais impactos ambientais ocasionados pelo manejo da pecuária no município de Humaitá - AM.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 664-682, 2020.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, v. 22, p.711-728. 2013.

ARAGÃO, L.; ANDERSON, L.; FONSECA, M.; ROSAN, T.; VEDOVATO, L.; WAGNER, F.; SILVA, C.; SILVA JR., C.; ARAI, E.; AGUIAR, A.; BARLOW, J.;

BERENGUER, E.; DEETER, M.; DOMINGUES, L.; GATTI, L.; GLOOR, M.; MALHI, Y.; MARENGO, J.; MILLER, J.; PHILIPS, O.; SAATCHI, S. **21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions**. Nat. Commun., 9, 536, 2018.

ARAÚJO, K.C.; RIBEIRO, A.S.; ANDRADE, E.B.; PEREIRA, O.A.; GUZZI, A.; ÁVILA, R.W. **Herpetofauna of the Environmental Protection Area Delta do Parnaíba, Northeastern Brazil**. Cuadernos de Herpetología, v. 34, p. 185-199, 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (ARSAE-MG). **Relatório Técnico**: sistema de abastecimento de água da sede do município de Itajubá. 2015. Disponível em: <[http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/Rf\\_tec\\_op\\_saa\\_itajuba.pdf](http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/Rf_tec_op_saa_itajuba.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P.C. **The place behind the case**: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. Cadernos de Saúde Pública, v.17, p. 59-67, 2001.

BARRETO, C.; DRUMMOND, J.A.L. **Strategic Planning in Brazilian Protected Areas: Uses and Adjustments**. Journal of Environmental Management, v. 200, p. 79-87, 2017.

BRANDO, P.; MACEDO, M.; SILVÉRIO, D.; RATTIS, L.; PAOLUCCI, L.; ALENCAR, A.; COE, M.; AMORIM, C. **Amazon wildfires**: Scenes from a foreseeable disaster. Flora, v. 268, p. 151609, 2020.

BRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folhas SF.23/24, Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. MME/SG, Rio de Janeiro, 1983.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2022.

BRASILEIRO, D.P.; NUNES, G.M.; GONÇALVES, V.D. N.; BONIFÁCIO, K.M.; MADRUGA FILHO, V.J.P.; LUCENA, R.F.P.D. **Importância do estabelecimento da zona de amortecimento**: um estudo de caso do Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí, Brasil. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 5, p. 789-798, 2018.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of land use change**: theoretical and modeling approaches. Web Book of Regional Science. 3. Virginia: Regional Research Institute, West Virginia University, 2020.

BRITO, R.M., GARCIA, P.H.M., CHAVEZ, E.S. **Vinte anos da lei do SNUC**: Histórico e momento atual das unidades de conservação em Mato Grosso do Sul. Caderno de Geografia, v. 30, p. 841-841, 2020.

CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (CNUC). 2020.

Disponível em:

<<http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.relatorioFicha>>.

Acesso em: 15 nov. 2022.

CAMPELO, L.D.O.; MIZUSCHIMA, C.W.; CANTERLE, E.R.B.; VAZ, B.D.S. O impacto ambiental da atividade agrícola na Reserva Biológica do Mato Grande-RS. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, n. 3, p. 633-641, 2022.

CARVALHO, B.M.F. **Qualidade hídrica e perfil de resistência de bactérias heterotróficas em águas de nascentes sobre diferentes usos do solo, na microbacia do ribeirão José Pereira (Itajubá – MG)**. Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Instituto De Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, 2015.

CRUMPACKER, D.W. **Prospects for sustainability of biodiversity based on conservation biology and US Forest Service approaches to ecosystem management**. *Landscape and Urban Planning*, v. 40, n. 1-3, p. 47-71, 1998.

DIAS, J.M.; PEREIRA, N. **Considerações sobre a evolução do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e o ordenamento territorial da Amazônia: interações entre o Estado e a Ciência**. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 21, p. 68-88, 2010.

DIAS, N.O.; MARTINS, F.C.M.; BARROS, K.O. **Geotecnologia aplicada à diagnose ambiental: Reserva Biológica de Pinheiro Grosso, Barbacena - MG**. *Sociedade & Natureza*, v. 32, p. 126-140, 2020.

EXBRAYAT, J.-F.; LIU, Y.Y.; WILLIAMS, M. **Impact of deforestation and climate on the Amazon Basin's above-ground biomass during 1993-2012**. *Scientific Reports*, v. 7, 15615, 2017.

FERREIRA, D.J.S.; SOUZA, I.A.; ECKERT, N.O.S.; COELHO, A.S. **Caracterização das unidades de conservação de proteção integral do estado de Sergipe**. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 6, n. 2, p. 121-143, 2015.

FLAUZINO, B.K.; MELLONI, E.G.P.; PONS, N.A.D.; LIMA, O. **Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no Sul de Minas Gerais**. *Geociências*, v. 35, n. 2, p. 277-287, 2016.

FREIRE, N.C.F.; MOURA, D.C.; SILVA, J.B.; PENHA PACHECO, A. **Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, 2020.

GELDMANN, J.; COAD, L; BARNES M.; CRAIGIE, I.D.; HOCKINGS, M.; KNIGHTS, K.; LEVERINGTON, F.; CUADROS, I.C.; ZAMORA, C.; WOODLEY, S.; BURGESS, N.D. **Changes in protected area management effectiveness over time: a global analysis**. *Biological Conservation*, v. 191, p. 692-699, 2015.

GILL, A.M.; STEPHENS, S.L.; CARY, G.J. **The worldwide “wildfire” problem**. *Ecological applications*, v. 23, n. 2, p. 438-454, 2013.

HASSLER, M.L. **A importância das unidades de conservação no Brasil**. *Sociedade & Natureza*, v. 17, n. 33, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 1991**. 1991. Disponível: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=782&view=detalhes>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. **Censo agropecuário 2006**. 2006a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/pesquisa/24/76693?ano=2006>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. **Solos 1:5.000.000**. Base de dados espacial. 2006b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html?=&t=downloads>. Acesso em: 08 dez. 2022.

\_\_\_\_\_. **Censo demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/pesquisa/23/25124?detalhes=true>. Acesso em: 11 nov. 2022.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 10 dez. 2022.

\_\_\_\_\_. **Censo agropecuário 2016**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 28 nov. 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF): **Boletim Técnico Científico da Diretoria de Pesquisa e Proteção à Biodiversidade do IEF - MG**. MG. Biota v.1, n.1. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, 2008. Disponível em: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/mg\\_biota/2014/mg.biota%20v.1%20n.1.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/mg_biota/2014/mg.biota%20v.1%20n.1.pdf). Acesso em: 25 nov. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **BDQueimadas**. 2020. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 11 dez. 2022.

ITAJUBÁ. Decreto nº 4.136, de 11 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://diariooficial.itajuba.mg.gov.br/diariooficialexecutivo.php?classificacao=DECRETOS&gt;>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ITAJUBÁ. Lei 1.211 de 05 de junho de 1979. Disponível em: <https://www.itajuba.mg.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/LEI-1211-1979CRIACAO-REBIO-SERRA-DOS-TOLEDOS.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2022.

IWAMA, A.Y.; LIMA, F.B.; PELLIN, A. **Questão fundiária em áreas protegidas: uma experiência no parque estadual da pedra branca (PEPB)**, Rio de Janeiro, Brasil. Sociedade & Natureza, v. 26, n. 1, p. 77-93, 2014.

JONES, K.R.; VENTER, O.; FULLER, R. A.; ALLAN, J.R.; MAXWELL, S.L.; NEGRET, P.J.; WATSON J.E.M. **One-third of global protected land is under intense human pressure**. Science, v. 360, n. 6390, p. 788-791, 2018.

LEUZINGER, M.D. **Zonas de amortecimento e zonas de transição em unidades de conservação**. Revista de Interesses Difusos. Temas Polêmicos, p. 2245, 2003.

LI, W.; WANG, Z.; TANG, H. **Designing the buffer zone of a nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve, China**. Biological Conservation, v. 90, n. 3, p. 159-165, 1999.

LIMA, O. **Distribuição de solos em catenas e mapeamento pedológico de sub-bacia hidrográfica piloto na região de Itajubá-MG**. 2012, 139 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

LIMA, O.; MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P. **Antropização da zona de amortecimento da reserva biológica Serra dos Toledos (Itajubá-MG) e seu efeito na qualidade do solo.** *Cerne*, v. 19, n. 3, p. 373-381, 2013.

MACEDO, C.E.S.; ALENCAR, C.M.S.; STEFANUTTI, R.; OLIVEIRA, U.C. **Deteção da Variação de Cobertura Vegetal a Partir da Estimativa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Unidade de Conservação do Parque Estadual das Carnaúbas - CE com Utilização de Técnicas do Sensoriamento Remoto.** *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 43, p. 477-485, 2020.

MAGALHÃES JÚNIOR, C.A.O.; TOMANIK, E.A. **Representações sociais e direcionamento para a educação ambiental na Reserva Biológica das Perobas, Paraná.** *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 227-248, 2016.

MALARVIZHI, K.; VASANTHA KUMAR, S.; PORCHELVAN, P. **Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Land use Map Preparation for Urban Related Applications.** *Procedia Technology*, v.24, p. 1835-1842, 2016.

MARTINS, F.B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D.F.; REBOITA, M.S. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras.** *Revista Brasileira de Climatologia*, p. 129-156, 2018.

MEDEIROS, R. **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil.** *Ambiente & Sociedade, Campinas*, v. 9, n. 1, p. 41-64, 2006.

MELO, L.M.; MATTOS, M.R.F.; LEAL, W.F.A.; OLIVEIRA, G.F.S.; PEDROSA, M.F.C. **A contribuição da comunidade de entorno do Parque Natural Municipal das Nascentes do Mundaú à elaboração do seu Plano de Manejo.** In: OLIVEIRA, R.J. (Org.) **Engenharia Florestal: Desafios, Limites e Potencialidade.** Guarujá: Editora Científica Digital, 2020. p. 34-42.

MENDES, B.M.; NÓBREGA, C.C.; EGITO, R.H.T.; RAMALHO, J.S. **Intervenções antrópicas em unidade de conservação, estudo de caso: Parque Estadual Mata Do Xém-Xém, Bayeux-PB.** In: *Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade*, 1., 2019, Campina Grande. *Anais. Campina Grande: Realizeventos*, 2019.

MOREIRA, A.M. **Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitchmap e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica.** In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais.* São José dos Campos: INPE, pp. 481-488, 2011.

MOURA, J.R.S.; COSTA, V.C. **Parque Estadual da Pedra Branca: O Desafio da Gestão de uma Unidade de Conservação em Área Urbana.** In: GUERRA, A.J.T.; COELHO, M.C.N. (Org.). **Unidade de Conservação: abordagens e características geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p.231-265.

NUMATA, I.; SILVA, S.; COCHRANE, M.; D'OLIVEIRA, M. **Fire and edge effects in a fragmented tropical forest landscape in the southwestern Amazon.** *Forest Ecology and Management*, v. 401, p. 135-146, 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.F.; MELO, F.T.; CUPOLILLO, F.; SILVA, M.A.; FREITAS DUARTE, N.; PIGNATON, R.R.; OLIVEIRA MINUCCI, W.B. **Caracterização dos serviços ecossistêmicos de amenidades e cultura no Parque Nacional da Serra da Canastra e seu entorno.** *ForScience*, v. 5, n. 2, 2017.

OLIVEIRA, L.C.B.; GUASSELLI, L.A.; ANTUNES, R.L.S. **Variação espaço temporal de NDVI no Rio Madeira, na área de aproveitamento hidrelétrico da UHE Santo Antônio - RO.** Revista Geonorte, v.2, n.4, p.1823-1832, 2012.

PAZTUÑAL, D.G.; ESPÍN, E.C. **Comparación de indicadores ambientales en tres casos de agricultura: tradicional, orgánica y convencional.** Antropología: Cuadernos de Investigación, n. 17, p. 71-85, 2016.

PEREIRA, T.F.; CAMPOS, J.O.; PEREIRA, M.R.S.; LIMA, V.R.P. **Ecoturismo e os impactos ambientais no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba.** Geotemas, v. 09, p.144-159, 2019.

PINTO, J.S.; PINTO, A.L.; SOUZA, V.P.P.; OPPLIGER, E.A.; OLIVEIRA, A.K.M. **Análise das mudanças do uso e cobertura da terra em dois parques urbanos e seus entornos em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.** Boletim de Geografia, v. 39, 33-e59194, 2021.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação.** 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

PORTELA, F. C.; KOBAYAMA, M.; GOERL, R. F. **Panorama brasileiro da relação entre leptospirose e inundações.** Geosul, v. 35, n. 75, p. 711-734, 2020.

PUREZA, F. **Unidades de conservação.** São Paulo: Matrix Editora, 2016.

QUESADA, H.B.; REDONDO, G.; VERNASQUI, L.G.; MAGNONI, P.H.J.; ARANTES, E.J. **Análise da vegetação ripária em bacia hidrográfica utilizando Índice de Vegetação Normalizada (NDVI) no município de Maringá-PR.** Geo UERJ, n. 31, p. 439-455, 30 dez. 2017.

REBOITA, M.S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. **Aspectos climáticos de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 17, p. 206-226, 2015.

REIS, T.E.; COSTA, V.C. **Análise da vulnerabilidade na zona de amortecimento do Parque Estadual do Ibitipoca (MG), com o uso de SIG.** Geosul, v. 32, n. 63, p. 77-97, 2017.

RIBEIRO, C.S.C.; BUCKER, P.O.M.; ALMEIDA, M.R.R.; TEIXEIRA, D.L.S. **Ações antrópicas que exercem pressão sobre o Parque Nacional do Itatiaia.** In: Congresso Nacional De Meio Ambiente, 18., 2021, Poços de Caldas. Anais. Poços de Caldas, 2021. p. 1-12.

RIONDET-COSTA, D.R.T.; BOTEZELLI, L.; SILVA, B.G.; FARIAS, O.L.M. **Zonas de Amortecimento em Unidades de Conservação:** levantamento legal e comparativo das normas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 27, p. 57-70, 2013.

ROMA, T.N. **Sensibilização ambiental por meio de dados da fauna local da Reserva Biológica Serra dos Toledos no bioma Mata Atlântica.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) –Itajubá: UNIFEI. 2020.

ROMA, T.N.; RIONDET-COSTA, D.R.T.; BOTEZELLI, L.; REIS, L.F. **Efeitos da presença de *Canis lupus familiaris* L. (carnívora: canidae) (cão) em uma reserva biológica municipal do bioma mata atlântica no sul de Minas Gerais, Brasil.** Holos Environment, v. 20, n. 3, p. 405-422, 2020.

- ROSA, S.P.; COSTA, C.; KRAMP, K.; KUNDRATA, R. **Hidden diversity in the Brazilian Atlantic rainforest: the discovery of *Jurasaidae*, a new beetle family (Coleoptera, Elateroidea) with neotenic females**. Scientific Reports, v.10, p. 1544, 2020.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., 1973. Annals. Washington, 1973. p. 309-317.
- SABATINI, V.; DICKFELDT, E.P.; OLIVEIRA, P.R. **Incidência de caça dentro de uma unidade de conservação de proteção integral: dados preliminares de estudo de casos como forma de controle à caça**. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 1, p. 119-128, 2015.
- SÁNCHEZ-OLARTE, J.; ARGUMEDO-MACÍAS, A.; ÁLVAREZ-GAXIOLA, J.F.; MÉNDEZ-ESPINOZA, J.A.; ORTIZ-ESPEJEL, B. **Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla**. Agricultura, sociedad y desarrollo, v. 12, n. 2, p. 237-254. 2015.
- SANTOS, T.C.; KAWAI, R.R.; RIONDET-COSTA, D.R.T.; REBOITA, M.S. **Comparação da concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) na Zona de Amortecimento e interior da Reserva Biológica Serra dos Toledos - Itajubá/MG**. Revista Brasileira de Geografia Física v. 10, n. 1, p. 347-355, 2017.
- SANTOS, L.D.; SCHLINDWEIN, S.L.; FANTINI, A.C.; HENKES, J.A.; BELDERRAIN, M.C.N. **Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências**. R. Gest. Sust. Ambient., v. 9, n. 3, p. 378-402, 2020a.
- SANTOS, C.M.; FREITAS, C.L.; FREITAS, I.C.; SILVA, I.A.; PONS, N.A.D.; RIONDET-COSTA, D. **Análise da Expansão Antrópica na Região Oeste do Município de Resende-RJ, em Relação ao Parque Nacional do Itatiaia**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 03, p. 928-940, 2020b.
- SCHMIDT, I.B.; ELOY, L. **Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management**. Flora, v. 268, p. 151613, 2020.
- SHAFER, C.L. **US national park buffer zones: historical, scientific, social, and legal aspects**. Environmental management, v. 23, n. 1, p. 49-73, 1999.
- SILVA JUNIOR, C.; ANDERSON, L.; OLIVEIRA, L.; ARAGÃO, C.; RODRIGUES, B. **Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil**. Revista do Departamento de Geografia, v. 35, p. 1-14, 2018.
- SMITH, L.; ARAGAO, L.; SABEL, C.; NAKAYA, T. **Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon**. Scientific reports, v. 4, p.1-8, 2014.
- SOUZA, H.T.R.; GOIS, D.V.; ARAÚJO, W.S.; SOUZA, R.M. **Análise Geoambiental do Parque Natural Municipal Lagoa do Frio-Canindé de São Francisco - Sergipe**. Espaço Aberto, v. 6, p. 29-49, 2016.
- SOUSA, J.S.; SANTOS, E.M. **Dinâmica da mudança do uso e cobertura da terra em uma paisagem da Caatinga protegida e sua zona de amortecimento**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, p. 219-234, 2020.
- TEIXEIRA, D.L.S.; ODA, P.S. S.; RIONDET-COSTA, D.R.T.; PONS, N.A.D. **Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira, bioma Mata Atlântica: influência de incêndio florestal na temperatura de superfície e NDVI**. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 14. 2021, João Pessoa. Anais. João Pessoa: UFPB, 2021. v. 4. p. 2212-2225.



VILELA, A. L. O.; LAMIM-GUEDES, V. **Cães domésticos em Unidades de Conservação: impactos e controle.** *Holos Environment*, v. 14, n. 2, p. 198–210, 2014.

WELERSON, C.C.; BARÃO, W.N.; QUIRELI, B.A.; FARIA, V.L.; PONS, N.A.D.; RIONDET-COSTA, D.R. T.; MARCONDES, A.L.S. **Anthropic expansion of Paraty in Serra da Bocaina National Park, Mata Atlântica Biome.** *Ambiente & Sociedade*, v. 24, p. 1-18, 2021.

ZEMP, D.C.; SCHLEUSSNER, C.-F.; BARBOSA, H.M.J.; RAMMIG, A. **Deforestation effects on Amazon Forest resilience.** *Geophysical Research Letters*, v. 44, p. 6182-6190, 2017.

Recebido em outubro de 2022.

Revisão realizada em novembro de 2022.

Aceito para publicação em dezembro de 2022.