

## Uso e Cobertura da Terra e Propagação de Efeitos de Borda na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Paraíba, Brasil

*Use and Land Covering and Propagation of Edge Effects in the Buffer Zone of Mata do Pau-Ferro State Park, Paraíba, Brazil*

*Uso y Cobertura de la Tierra y Propagación de Efectos del Borde en la Zona de Amortiguamiento del Parque Estatal Mata do Pau-ferro, Paraíba, Brasil*

Jean Oliveira Campos<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-2874-754X>

Guilherme Oliveira Campos<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3207-582X>

Márcio Balbino Cavalcante<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6144-4399>

---

**RESUMO:** As zonas de amortecimento são espaços territoriais elaborados com o intuito de reduzir as perturbações ecológicas sobre as áreas protegidas, constituindo uma paisagem de necessário e contínuo monitoramento, com vistas a subsidiar a gestão dos ecossistemas. Nesse contexto, o presente estudo objetiva analisar o uso e a cobertura da terra na zona de amortecimento e sua influência na extensão dos efeitos de borda no Parque Estadual (PE) Mata do Pau-Ferro. Para tanto, realizou-se a classificação supervisionada de uma imagem orbital e a extração das classes mapeadas. Em seguida, estabeleceu-se um buffer de 500 metros no entorno imediato da área protegida, a fim de mensurar as áreas propagadoras e redutoras dos efeitos de borda. Por fim, conduziu-se simulações da extensão dos efeitos de borda. Como resultados, observou-se a predominância de pastagens, ocupando 50,73% da zona de amortecimento. A área propagadora de efeitos de borda compreendeu 64,38%, e a área redutora 35,62%. No perímetro, 56% apresentou capacidade de redução de efeitos de borda, à medida que 44% do contorno se comportou como propagador de efeitos de borda, indicando média vulnerabilidade. As simulações mostraram que até 45,98% da área protegida pode estar afetada. Logo, conclui-se que a matriz de pastagens está afetando os ecossistemas do PE Mata do Pau-Ferro.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). E-mail: jean.oliveira@academico.ufpb.br.

<sup>2</sup> Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: guilherme.campos@aluno.uepb.edu.br.

<sup>3</sup> Doutorando em Geografia Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor da Faculdade Integradas de Patos - FIP. E-mail: marcio.balbino@academico.ufpb.br.

**PALAVRAS-CHAVE:** unidade de conservação; zona de amortecimento; matriz; efeitos de borda.

**ABSTRACT:** *Buffer zones are territorial spaces designed to reduce ecological disturbances in protected areas. It is a landscape where continuous monitoring is necessary in order to subsidize the management of ecosystem. In this context, the present study aimed to analyze the use and land coverage in the Buffer Zone and its influence on the extent of edge effects in the Mata do Pau-Ferro State Park. For this purpose, the supervised classification of an orbital image and extraction of the mapped classes were performed. Then, a 500m buffer was established in the immediate surroundings of the protected area to measure the propagating and reducing areas of edge effects. Finally, were conducted simulations of the extent of edge effects. As a result, there was a predominance of pastures, which occupy 50.73%. The propagating area of edge effects comprised 64.38%, while the reducing area comprised 35.62%. In the perimeter, 56% showed the capacity to reduce edge effects, while 44% of the contour behaved as a propagator of edge effects, indicating medium vulnerability. The simulations showed up to 45.98% of the protected area could be affected. It is concluded that the pasture matrix is affecting the ecosystems of Mata do Pau-Ferro SP.*

**KEYWORDS:** *conservation unit; buffer zone; matrix; edge effects.*

**RESUMEN:** *Las zonas de amortiguamiento son espacios territoriales elaborados con la intención de reducir las perturbaciones ecológicas sobre áreas protegidas. Constituye un paisaje donde se hace necesario el continuo monitoreo, a fin de subsidiar la gestión de los ecosistemas. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el uso y cobertura de la tierra en la Zona de Amortiguamiento y su influencia en la extensión de los efectos del borde en el Parque Estatal Mata do Pau-Ferro. Por lo tanto, fue realizada la clasificación supervisada de una imagen orbital y extracción de las clases mapeadas. En seguida, fue establecido un buffer de 500 m en el entorno inmediato del área protegida para mensurar las áreas propagadoras y reductoras de los efectos del borde. Finalmente, fueron conducidas simulaciones de la extensión de los efectos del borde. Como resultado, se observó la predominancia de pastizales, que ocupan un 50,73%. El área propagadora de efectos del borde comprendió un 64,38%, mientras el área reductora un 35,62%. En el perímetro, un 56% presentó capacidad de reducción de los efectos del borde, al paso que, 44% del contorno se comportó como propagador de efectos borde, indicando media vulnerabilidad. Las simulaciones mostraron que hasta 45,98% del área protegida puede estar afectada. Se concluye que la matriz de pastizales está afectando los ecosistemas del PE Mata do Pau-Ferro.*

**PALABRAS-CLAVE:** *unidad de conservación; zona de amortiguamiento; matriz; efectos del borde.*

---

## INTRODUÇÃO

A implantação de áreas protegidas para resguardar a biodiversidade constitui a principal reação do homem frente à degradação dos ecossistemas no mundo (Duncanson *et al.*, 2023; Mittermeier *et al.*, 2011). No Brasil, o processo de criação de unidades de conservação (UC), um dos tipos de áreas protegidas, é permeado por conflitos decorrentes dos interesses de diversos agentes envolvidos, incluindo representantes dos setores público e privado (Aguiar; Moreau; Fontes, 2013; Medeiros, 2006). Desse modo, a gestão de UC representa um desafio, principalmente no que diz respeito ao uso público e às atividades socioeconômicas desenvolvidas nas áreas próximas às UC, que possuem potencial para perturbar os ecossistemas protegidos.

No Brasil, as UC são regulamentadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e regulamentação do Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 (Brasil, 2002). As UC correspondem a espaços territoriais e recursos ambientais com características naturais relevantes, cada uma com objetivos de conservação e limites definidos, mediante gerenciamento de um regime especial de administração (Brasil, 2011).

Sobre a gestão das UC, o Plano de Manejo representa o principal instrumento utilizado (Brasil, 2002; Souza; Vieira; Silva, 2015), pois resulta do planejamento coletivo e sua elaboração inclui estudos dos meios biótico, abiótico e social, possuindo caráter multidisciplinar, com características variáveis conforme as particularidades de cada unidade, tendo em conta que visa orientar todas as atividades desenvolvidas no território (Brasil, 2011). Trata-se, então, de um documento que estabelece normas, medidas, restrições e ações, bem como a forma de manejo dos componentes bióticos e abióticos dentro da unidade e em sua Zona de Amortecimento e, quando necessário, nos corredores ecológicos (Barros; Leuzinger, 2018; Ibama, 2002).

A zona de amortecimento (ZA), também chamada de zona tampão, é uma área que participa dos processos ecológicos da UC e desempenha a função de *habitat* de diversas espécies, portanto, caso não haja uma fiscalização sobre as atividades desenvolvidas nesta, podem ocorrer perturbações na biodiversidade. A área tem como objetivo filtrar as ameaças externas à unidade, servindo de barreira contra o fogo, espécies invasoras e desmatamento, dentre outras ocorrências (Campos; Lima; Costa, 2023). Acrescentando-se a isso que a delimitação da ZA está prevista no SNUC, ao passo que o entorno arbitrariamente delimitado não possui amparo dos instrumentos legais.

A ZA compreende as adjacências da área protegida, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições legais, dado o intuito de atenuar os impactos sobre os ecossistemas (Brasil, 2000). Dessa maneira, verifica-se a sua importância para proteção das áreas protegidas e seu ambiente. Para uma efetiva gestão da unidade, é necessário o diagnóstico e o monitoramento do uso e cobertura da terra no referido espaço, com a finalidade de impedir o avanço de atividades externas sobre a área e conter os efeitos de borda ocasionados pela fragmentação de *habitats* (Diniz *et al.*, 2018; Zhang; Wang; Xie, 2021).

O efeito de borda é um fenômeno natural, amplo e complexo, característico da transição entre ecossistemas, mais relatado para florestas e comportando uma série de alterações ecológicas sofridas pelos ecossistemas após a fragmentação ou perda de *habitat* com a instalação de bordas abruptas (Gascon; Williamson; Fonseca, 2000; Nunes *et al.*, 2022). Ao interagir de forma direta com o espaço externo do fragmento, a borda apresenta perturbações, a exemplo de mudança na temperatura e umidade, maior incidência de luz, aumento no

número de espécies invasoras ou generalistas, crescimento da mortalidade das plantas e maior vulnerabilidade ao fogo, podendo ser detectadas em até 500 metros a partir da borda (Laurance *et al.*, 2001; Murcia, 1995).

O efeito é intensificado com o estabelecimento de atividades, a exemplo da agricultura e das pastagens nas margens dos fragmentos, representando uma séria ameaça às UC, particularmente pela presença de classes de uso e cobertura da terra que induzem a formação de bordas extensas próximas aos limites das áreas protegidas (Silva *et al.*, 2021). Adicionalmente, variáveis do terreno onde estão inseridos os fragmentos florestais também exercem influência sobre a magnitude dos efeitos de borda. Entre essas variáveis, destacam-se a declividade do terreno, a direção das vertentes e o ângulo de exposição ao sol (Matos; Matos; Mello *et al.*, 2021; Murcia, 1995).

No Nordeste do Brasil, a diminuição da altura e do diâmetro das plantas, gradientes de temperatura, umidade e luminosidade, bem como diferenças no adensamento foliar, abundância e riqueza de espécies vegetais, entre outras desregulações que se manifestam para além dos primeiros 50 metros da borda, foram registradas em diversos estudos conduzidos em florestas estacionais (Arruda; Eisenlohr, 2016; Campos; Santos; Salvador, 2018).

Embora a maior parte dos estudos sobre as áreas protegidas concentrem seus esforços no interior das unidades, estudos que abordam a paisagem circundante são fundamentais para o entendimento da dinâmica socioeconômica e ambiental no entorno, condições que afetam direta e indiretamente os ecossistemas contidos na UC (Oliveira; Ribeiro; Barbosa, 2020; Ribeiro *et al.*, 2021).

Ações como exploração madeireira, caça predatória, agricultura, indústria, turismo e mineração são exemplos de atividades econômicas que podem ser desenvolvidas na ZA, podendo causar danos nas áreas marginais das UCs, principalmente quando se trata de ecossistemas florestais (Campos; Lima; Costa, 2023; Matos; Matos; Mello *et al.*, 2021). Devido a isso, faz-se necessário o monitoramento do uso e da ocupação da terra na ZA em busca do desenvolvimento de ferramentas e mecanismos mais efetivos de proteção dos ecossistemas, principalmente no que diz respeito ao licenciamento ambiental.

No estado da Paraíba, o Parque Estadual Mata do Pau-Ferro constitui uma das maiores áreas protegidas de Mata Atlântica do estado, abrigando manchas da fisionomia Floresta Estacional Semidecidual (Campos; Lima, 2020; Cavalcante *et al.*, 2021). Mesmo sendo uma unidade fundamental para conservação da biodiversidade remanescente no estado, ficou 15 anos sem a implementação do plano de manejo e delimitação de sua ZA (Santos; Costa; Araújo, 2020). Em vista da ausência da implantação da ZA, ao longo dos anos, as atividades

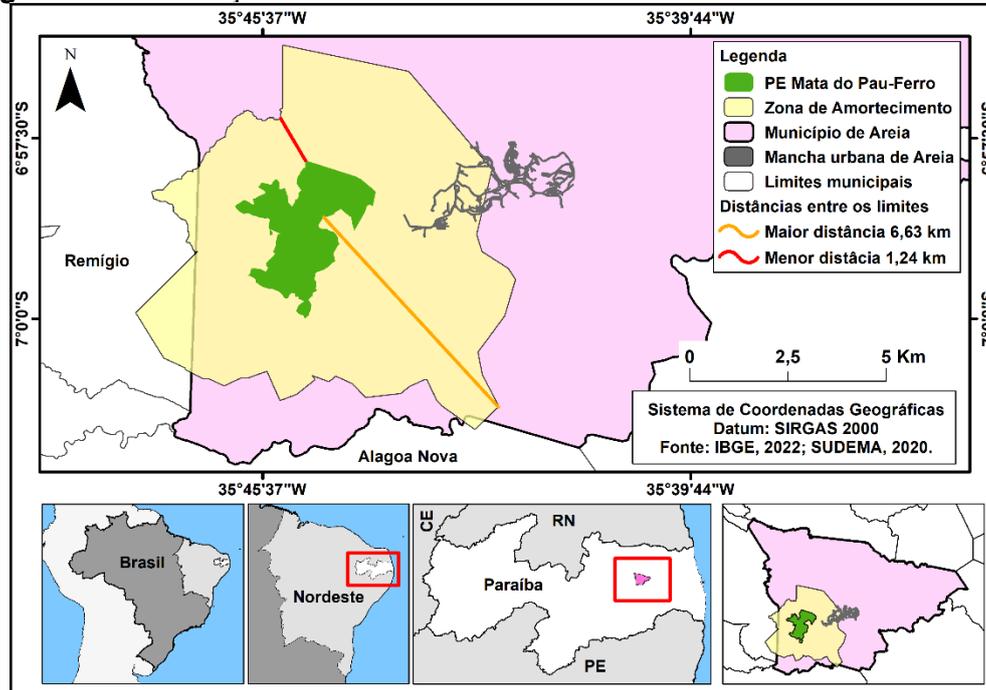
econômicas se desenvolveram no seu entorno sem restrições, o que pode ter causado danos irreversíveis aos ecossistemas.

O plano de manejo só foi implantado no ano de 2020, estabelecendo, assim, sua ZA. Diante disso, há a necessidade de estudos que apresentem um diagnóstico do uso e cobertura da terra, buscando evidenciar as atividades desenvolvidas e como podem estar afetando a UC. Logo, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso e a cobertura da terra na zona de amortecimento e sua influência na extensão dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro.

## ÁREA DE ESTUDO

O município de Areia está localizado no estado da Paraíba, na mesorregião do Agreste Paraibano, possuindo uma área territorial de 269,130 quilômetros quadrados, onde abriga uma população de 22.633 pessoas (IBGE, 2023). O Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (PE Mata do Pau-Ferro) está situado na porção oeste do município, comunidade Chã do Jardim, distante 5 quilômetros da cidade de Areia (Figura 1).

**Figura 1** – Localização do PE Mata do Pau-Ferro e sua ZA no estado da Paraíba



**Organização:** Os autores.

O PE Mata do Pau-Ferro é uma UC pertencente ao grupo de Proteção Integral do SNUC administrada pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) e apresenta uma área de 607,96 hectares. A unidade foi criada em 19 de outubro de 1992 como Reserva Ecológica da Mata do Pau-Ferro através do Decreto Estadual nº 14.832. Em 2005,

através do Decreto Estadual nº 26.098, de 04 de agosto de 2005, a Reserva foi recategorizada para parque de domínio estadual, passando a constituir o Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (Paraíba, 2005).

Desde o ano de 2005, quando foi categorizada como parque, a unidade não possuía plano de manejo, de modo que o seu zoneamento ainda não havia sido implantado. A delimitação da ZA só foi estabelecida no ano de 2020, com a implementação do plano de manejo (Santos; Costa; Araújo, 2020) . Conforme a Figura 1, os limites da ZA ultrapassam o município de Areia e se estendem aos municípios limítrofes, Remígio e Alagoa Nova, compreendendo uma área total de 5.404,11 hectares. A menor distância, em linha reta, entre os limites da UC e ZA, é encontrada na faixa norte, distando 1,24 quilômetros, e a maior distância se dispõe na porção leste, com 6,63 quilômetros.

## MATERIAIS E INSTRUMENTOS

Os materiais e instrumentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram os seguintes: 1. GPS (*Global Positioning System*), modelo Etrex Garmin Vista; 2. Imagem orbital gratuita do satélite Sentinel – 2B, com sensor *Multispectral Instrument* (MSI), com resoluções de 10 e 20 metros, e MGRS 24 MTZ, datada de 25/08/2020, no nível 2A, com reflectância de superfície, disponibilizada gratuitamente na plataforma *Sentinel Hub/ESA*; 3. Polígono do PE Mata do Pau-Ferro e de sua zona de amortecimento disponibilizado pelo SUDEMA; e 4. Software de geoprocessamento ArcMap/ArcGIS versão 10. 2<sup>®</sup>.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra e análises na ZA, executou-se as seguintes etapas:

1. Trabalhos de campo: ao longo da ZA, realizou-se percursos para registros fotográficos da paisagem e coleta de amostras espectrais com auxílio do aparelho de GNSS (*Global Navigation Satellite System*), modelo Etrex Garmin Vista. As saídas de campo ocorreram entre os dias 16 e 20 de dezembro de 2020.

2. Classificação supervisionada: no âmbito do *ArcMap*, foi executada a reprojeção da cena para o hemisfério sul, empilhamento das bandas, classificação supervisionada, utilizando o método de classificação *Maximum Likelihood*, e análise da matriz de confusão. Posteriormente, para remoção de pixels isolados e aprimoramento, o raster classificado foi submetido a um filtro. Após a realização de tais procedimentos, foi feita a conversão do *raster* para vetor e, em seguida, extraídos os percentuais de área das classes.

3. Delimitação do entorno imediato: estudos sobre efeitos de borda em fragmentos florestais apontam que as perturbações são perceptíveis em até 500 metros no interior dos fragmentos florestais (Laurance, 1991; Laurance *et al.*, 2001; Murcia, 1995; Rodrigues, 1998). Assim, para observar se o entorno imediato está contribuindo para o aumento ou redução dos efeitos de borda, delimitou-se uma faixa de 500 metros no entorno da UC, perfazendo um total de 811,71 hectares, de modo a quantificar o uso e a cobertura da terra. A extensão de 500 metros foi assumida como a distância máxima que os efeitos de borda podem atingir no entorno, entendendo que, caso o entorno delimitado esteja completamente preenchido por vegetação florestal, a UC não será atingida, porque a faixa externa atua como barreira. No entanto, manchas de pastagens e agricultura, quando presentes dentro do entorno, funcionam como pontos de início de efeitos de borda que podem atingir o interior da área protegida.

4. Mensuração da área propagadora e redutora dos efeitos de borda na UC: para tanto, os fragmentos florestais foram considerados como redutores dos efeitos de borda na UC, particularmente aqueles que estão ligados ao perímetro da área protegida, enquanto os demais usos e coberturas da terra foram vistos como propagadores. Com isso, foram quantificadas as respectivas áreas.

5. Mensuração do perímetro do PE Mata do Pau-Ferro: com o uso de ferramentas de geoprocessamento, foi realizada a mensuração do contorno da poligonal em quilômetros, posteriormente identificadas as classes que estão ligadas diretamente ao perímetro da UC. Assim, ligações com fragmentos florestais externos foram consideradas positivas, contudo, ligações com outros usos e coberturas foram tomadas como agentes de vulnerabilização, por favorecer os efeitos de borda e outras consequências negativas aos ecossistemas. Dessa forma, foram propostas classes de vulnerabilidade do perímetro da UC, tomando como referência a presença de pastagens e outras classes diferentes de vegetação nativa, a saber: muito baixa (0 a 20%), baixa (20 a 40%), média (40 a 60%), alta (60 a 80%) e muito alta (80 a 100%).

6. Simulação dos efeitos de borda: por meio de análise da vegetação na UC considerada, Campos; Santos; Salvador (2018) relataram que os efeitos de borda se projetam para além dos 50 metros em pontos de contato da vegetação com atividades antrópicas, mas a área total afetada não foi quantificada. Portanto, considerou-se 50 metros como a distância efetivamente afetada pelas desregulações no PE Mata do Pau-Ferro. Além disso, simulou-se as áreas afetadas nas distâncias de 100, 150 e 200 metros, para fins comparativos, e as bordas simuladas foram lançadas a partir da área propagadora dos efeitos de borda. Nesse sentido, pastagens que estão em contato com o parque lançaram suas bordas diretamente sobre os ecossistemas, enquanto aquelas mais afastadas projetaram as bordas em fragmentos florestais ligados ao perímetro, funcionando como barreira. Para cada uma das

extensões utilizadas, foram quantificados os percentuais de área afetada pelos efeitos de borda e área-nuclear.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento realizado na zona de amortecimento recuperou seis classes de uso e cobertura da terra, a saber: vegetação florestal, pastagens, agricultura, solo exposto, ambiente construído e corpo hídrico (Tabela 1). A matriz de confusão, por sua parte, apresentou um Índice Kappa de 0,93, demonstrando a precisão da classificação. A distribuição das classes na área de estudo evidencia a dominância das pastagens no entorno da UC.

**Tabela 1 - Matriz de confusão da classificação supervisionada**

<b>Classes</b>	Vegetação florestal	Corpo hídrico	Agricultura	Pastagens	Solo exposto	Ambiente construído	<b>Total</b>	A. U.	Kappa
Vegetação florestal	<b>92</b>	0	0	1	0	0	93	0,99	0
Corpo hídrico	0	<b>10</b>	0	0	0	0	10	1	0
Agricultura	0	0	<b>9</b>	1	0	0	10	0,9	0
Pastagens	3	0	0	<b>108</b>	0	0	111	0,97	0
Solo exposto	0	0	0	1	<b>9</b>	0	10	0,9	0
Ambiente construído	1	0	0	2	2	<b>5</b>	10	0,5	0
<b>Total</b>	96	10	9	113	11	5	<b>244</b>	0	0
A. P.	0,96	1	1	0,96	0,82	1	0	<b>0,95</b>	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,93</b>

**Fonte:** Os autores.

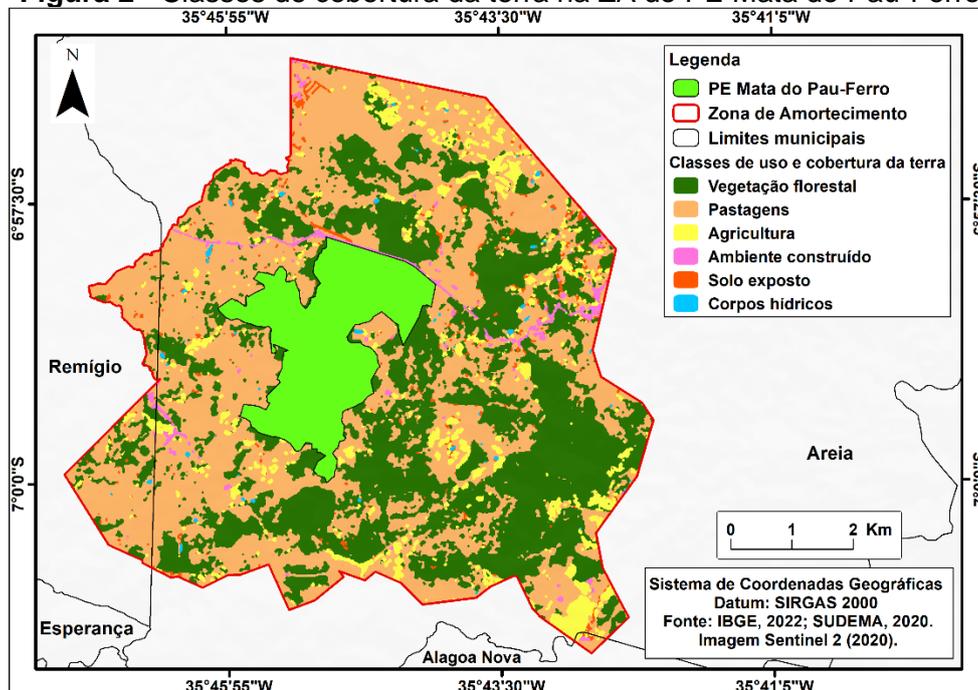
Ocupando o percentual de 50,73% da zona de amortecimento, as pastagens se apresentam como a matriz da paisagem, posto que constituem o elemento predominante e de maior conexão (Figura 2) (Forman; Godron, 1986). A vegetação florestal, por seu turno, compreende 42,32%, a segunda classe de maior representação (Tabela 2).

No município em questão, a vegetação florestal nativa também aparece com a segunda maior área coberta, ao passo que as pastagens se mantem como matriz, indicando a pecuária como a atividade de destaque na paisagem (Pereira; Machado; Andrade, 2023; Sousa; Pereira, 2016). Embora não constitua a matriz, a conjuntura assistida aponta a vegetação como uma das principais classes de cobertura da ZA, condição fundamental para redução dos impactos sobre a UC.

As pastagens predominantes evidenciam que o ecossistema florestal se encontra vulnerável a diversas ameaças, a exemplo da caça, devido ao fácil acesso, extração de madeira e efeitos de borda (Ahammad; Stacey; Sunderland, 2019; Matos; Matos; Mello, 2021).

O quadro de fragmentação da vegetação nativa é decorrente dos usos da terra desenvolvidos na região desde a ocupação humana com atividades modernas, ainda que extensivas (Campos; Lima, 2020; Campos; Lima; Costa, 2023). Como se vê, os registros dos usos e coberturas da terra identificados na ZA são apresentados na Figura 3, e as formações vegetais ocorrem principalmente na porção leste, majoritariamente, circundada por áreas de pastagens (Figura 3A). Uma realidade mais adequada foi atestada no estudo de Fengler *et al.* (2012), ao verificarem que 69,71% da Zona de Amortecimento da Reserva Biológica da Serra do Japi, no estado de São Paulo, é ocupada por vegetação nativa, o que demonstra condições mais propícias à conservação da biodiversidade e redução dos impactos sobre os ecossistemas da reserva.

**Figura 2 -** Classes de cobertura da terra na ZA do PE Mata do Pau-Ferro



**Organização:** Os autores.

**Tabela 2 -** Classes de cobertura da terra na ZA do PE Mata do Pau-Ferro

Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Vegetação florestal	2287,02	42,32
Pastagens	2741,37	50,73
Agricultura	220,14	4,07
Ambiente construído	54,66	1,01
Solo exposto	94,34	1,75
Corpo hídrico	6,59	0,12
<b>Total</b>	<b>5404,11</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Os autores.

As pastagens formam a classe de cobertura predominante e se apresentam com maior evidência nas porções norte e oeste da ZA (Figura 3B). Tal conjuntura indica que o parque

está circundado por atividades potencialmente danosas aos seus ecossistemas, uma vez que podem ocasionar impactos sobre seus ecossistemas, a exemplo da disseminação de espécies invasoras (Gascon *et al.*, 1999; Laurance *et al.*, 2001).

**Figura 3** – A: contato entre vegetação florestal e pastagens na porção norte; B: pastagens próximas ao município de Remígio; C: plantio de cana-de-açúcar próximo à área urbana; D: solo exposto na porção leste; E: perímetro urbano da cidade de Areia; F: corpo hídrico na porção norte



Fonte: os autores.

A predominância de pastagens nas proximidades de UC da Mata Atlântica também foi observada em diversos estudos. Como exemplo, Silva *et al.* (2011) verificaram que 32,31% do entorno da Estação Ecológica de Itaberá, em São Paulo, é ocupada por pastagens, ao passo que Silva e Souza (2014) verificaram o mesmo em 44,01% do entorno da Floresta Nacional do Ibura, em Sergipe. Os cenários demonstram a forte presença de atividades humanas no entorno das áreas protegidas, podendo ser o modelo comum no país.

A classe agricultura representa as áreas com cultivos temporários e permanentes, em que se destacam as plantações de banana, cana-de-açúcar, limão e laranja (Figura 3C), abrangendo um percentual de 4,07% (Tabela 2), totalizando uma área de 220,14 hectares. Nessa classe, há, ainda, lavouras de milho e feijão, predominantemente em áreas de várzea, em vista da maior disponibilidade de umidade no solo para o desenvolvimento dos cultivos.

A classe de solo exposto compreende as áreas em que a cobertura vegetal foi removida para diferentes finalidades, como, por exemplo, os plantios temporários e a construção de

residências. No geral, essas áreas somam 94,34 hectares e um percentual de 1,75% (Figura 3D). As extensões mais representativas dessa classe estão localizadas nas porções norte e sul. Em ambas, encontram-se próximas a residências e campos agrícolas, sugerindo que podem ser resultado de manejos inadequados do solo.

A classe de ambiente construído, além das residências encontradas no entorno da UC e asfalto das rodovias, compreende, ainda, parte do perímetro urbano da cidade de Areia a leste, resultando em um percentual de 1,01% e uma área de 54,66 hectares (Figura 3E). Dessa forma, a realidade observada indica que parte da mancha urbana do município se encontra no território da ZA. Diante disso, a expansão da cidade nos próximos anos sobre a zona pode resultar em novas vulnerabilidades, uma vez que acarreta em diversas transformações na paisagem, a exemplo de mudanças de uso e cobertura da terra e o aumento das fontes poluidoras. O Campus II da Universidade Federal da Paraíba, juntamente com seu Hospital Universitário Veterinário, e o Restaurante Rural Vó Maria, são exemplos de áreas construídas situadas no espaço da ZA e localizadas a menos de 2 quilômetros do limite da UC.

Por fim, a classe de corpo hídrico abrange os reservatórios de água de pequeno porte, associados principalmente aos agroecossistemas de base familiar situados nas proximidades do Parque, cobrindo 0,12% da ZA, numa área de 6,59 hectares (Figura 3F). Nos agroecossistemas os recursos hídricos da área são utilizados para fins de irrigação de lavouras permanentes e temporárias, abastecimento doméstico e manutenção das atividades inerentes à criação de animais, com ênfase na pecuária.

Em uma simulação da ZA para a mesma UC, tomando o limite de 1 quilômetro, Barbosa *et al.* (2017) também verificaram a predominância de pastagens no entorno do parque. Tal cenário reforça a importância da área protegida na região para preservação da biodiversidade, manutenção dos ecossistemas e oferta de serviços ecossistêmicos, além da manutenção do sistema hídrico da microbacia da barragem Vaca Brava.

A partir dos resultados obtidos no mapeamento, verifica-se que as pastagens também preenchem, de forma majoritária, o entorno imediato de 500 metros da UC (Tabela 3). Conforme mencionado anteriormente, o entorno é uma área de fundamental importância, pois constitui uma das últimas barreiras contra os impactos externos que podem vir a atingir a área protegida. A disposição das pastagens, por sua parte, promove vulnerabilidade aos ecossistemas, posto que não possuem a mesma capacidade de filtro que os fragmentos florestais, assim, os limites perimetrais, em contato com as pastagens, tornam-se mais suscetíveis às perturbações ecológicas (Figura 4).

As pastagens preenchem 50,73% da ZA e 56,81% do entorno, demonstrando a pronunciada presença da atividade pecuária ao longo do perímetro da UC. A vegetação florestal, por sua parte, se apresenta em menor percentual, registrando 42,32% na zona e

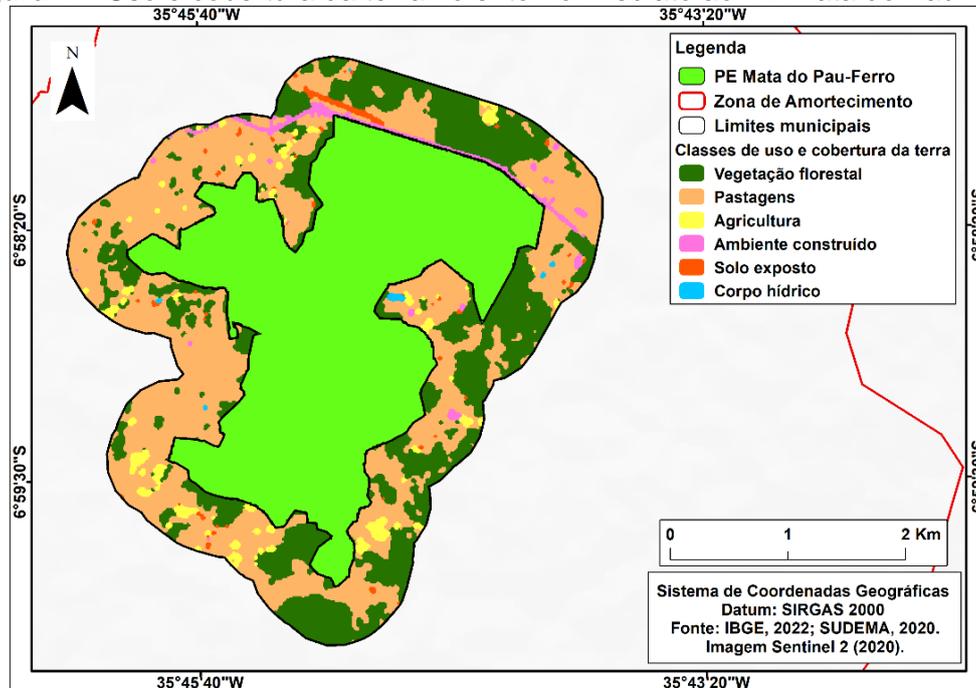
35,62% no entorno imediato. As demais classes também sofreram acréscimos e reduções, em comparação aos dois ambientes.

**Tabela 3 - Classes de cobertura da terra no entorno imediato**

Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Vegetação florestal	289,14	35,62
Pastagens	461,17	56,81
Agricultura	31,78	3,92
Ambiente construído	18,93	2,33
Solo exposto	8,91	1,10
Corpo hídrico	1,78	0,22
<b>Total</b>	<b>811,71</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores.

**Figura 4 – Uso e cobertura da terra no entorno imediato ao PE Mata do Pau-Ferro**



Organização: Os autores.

Em números, a área que favorece a formação de bordas florestais e intensifica a propagação dos efeitos soma 64,38% do entorno, enquanto apenas 35,62% constituem espaços que reduzem a propagação dos efeitos de borda (Tabela 4). A área propagadora é composta, com exceção da vegetação florestal, pelas demais classes de uso e cobertura, ao passo que a área redutora se trata dos fragmentos florestais remanescentes nesse espaço.

O perímetro do PE Mata do Pau-Ferro apresenta uma extensão de 18,54 quilômetros, dos quais 44% está em contato direto com pastagens, agricultura e outros usos da terra, de modo que apenas 56% está em contato com manchas florestais (Tabela 5). Essa conjuntura indica uma média vulnerabilidade, conforme as classes adotadas. Logo, o contexto

manifestado no perímetro torna a faixa descontínua de 8,16 quilômetros um agente disseminador de efeitos de borda, além de relevar pontos de maior ameaça aos ecossistemas, visto que também se relevam como trechos de facilitam o acesso de pessoas e animais domésticos.

**Tabela 4 - Características do entorno imediato ao PE Mata do Pau-Ferro**

<b>Característica do entorno imediato</b>	<b>Área ocupada (ha)</b>	<b>%</b>
Área propagadora de efeito borda	522,57	64,38
Área redutora de efeitos de borda	289,14	35,62
<b>Total</b>	<b>811,71</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores.

**Tabela 5 – Características do perímetro do PE Mata do Pau-Ferro**

<b>Perímetro do PE Mata do Pau-Ferro</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>%</b>
Propagador de efeito borda	8,16	44,00
Redutor de efeitos de borda	10,38	56,00
<b>Total</b>	<b>18,54</b>	<b>100</b>

Fonte: Os autores.

Além disso, a inexistência de fragmentos florestais ou cercas construídas pela gestão da área aliada à baixa fiscalização e ausência de regularização fundiária pode levar os moradores das propriedades que estão estabelecidas nas margens à expansão de suas atividades para o território protegido, a exemplo da pecuária e da agricultura.

Em simulação da área afetada por efeitos de borda, em função de diferentes extensões, foram registradas expressivas áreas afetadas (Tabela 6). Para a borda de 50 metros, a área sob efeitos de borda compreende 10,04% do parque, em seguida, na borda de 100 metros houve um crescimento da área afetada em aproximadamente 12%. A borda de 150 metros recuperou um percentual de 34,82%, e, por fim, na maior extensão, os efeitos de borda chegaram a atingir 45,98% da UC, o que representa 328,41 hectares.

**Tabela 6 – Área afetada em função de diferentes extensões de borda**

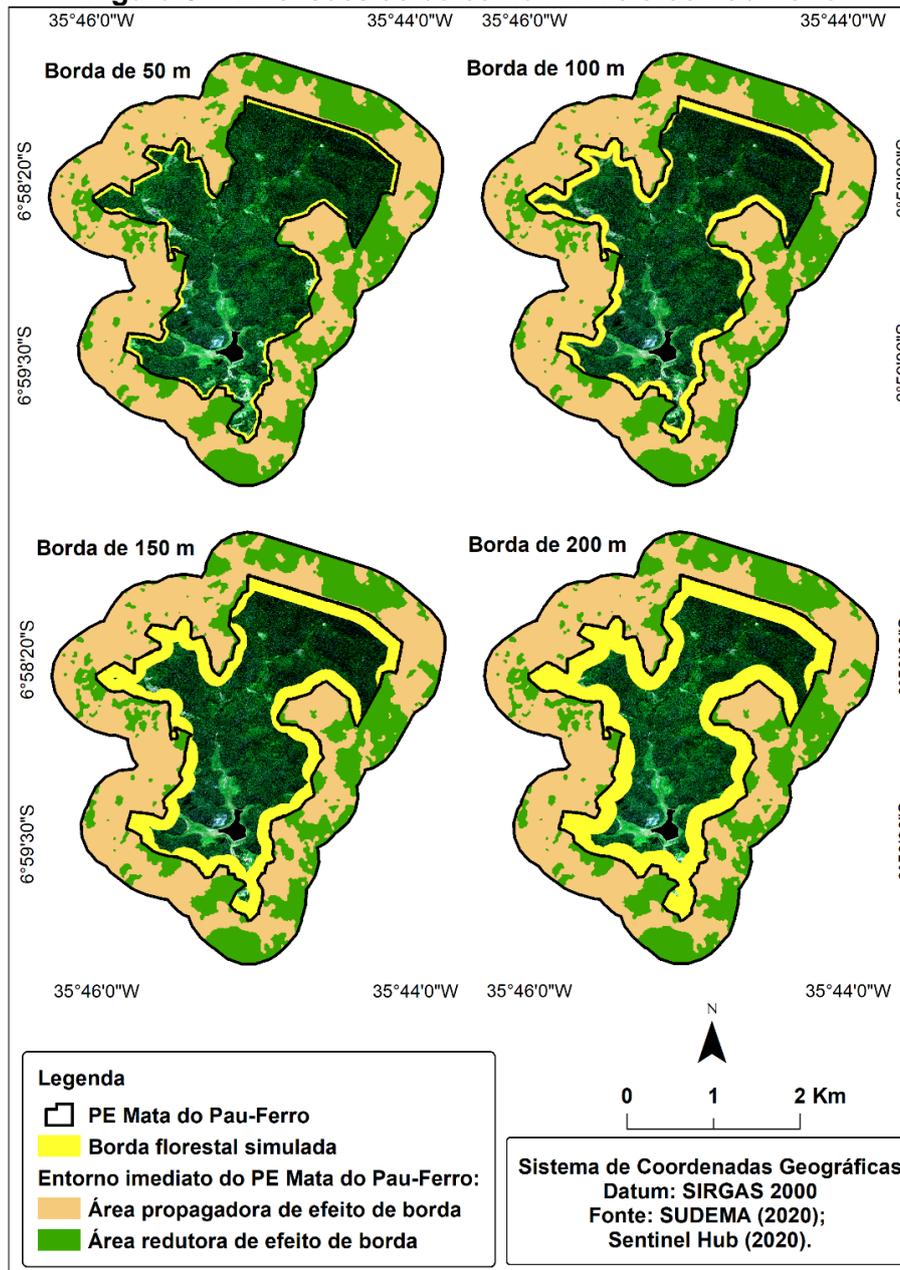
<b>Borda (m)</b>	<b>Área sob efeitos de borda (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Área-nuclear (ha)</b>	<b>%</b>
50	61,02	10,04	546,94	89,96
100	136,33	22,42	471,63	77,58
150	211,67	34,82	396,29	65,18
200	279,55	45,98	328,41	54,02

Fonte: Os autores.

Os efeitos de borda atingem os ecossistemas de forma heterogênea e alcançam diferentes extensões a partir de seu ponto inicial, com forte influência da forma e da área das manchas florestais, colaborando para os percentuais encontrados (McgarigaL; Ene; Cushman, 2023; Nunes *et al.*, 2022).

Na porção norte da área, embora se note a presença de um fragmento florestal expressivo, uma faixa de borda foi lançada a partir da rodovia que se limita à área protegida e interliga as cidades de Areia e Remígio, gerando uma área contínua sob efeitos de borda. Por outro lado, na zona leste do entorno, o contato direto do fragmento florestal externo com a vegetação do parque impediu a formação de bordas (Figura 5).

**Figura 5 – Extensões de borda no PE Mata do Pau-Ferro**



**Organização:** Os autores.

Observando as extensões de borda dentro do polígono do PE Mata do Pau-Ferro, percebe-se que as bordas desencadeadas por pastagens e outros usos encontram-se

amplamente distribuídas no perímetro e intercaladas por trechos sem a presença de borda, dada a presença da vegetação nativa nesses pontos.

No entanto, com 100 metros ou mais de extensão, são observadas bordas em quase toda a circunscrição da área, o que ocorre porque as bordas são lançadas das pastagens e outros usos da terra estabelecidos no entorno imediato, independentemente de estar em contato com o perímetro ou não, logo, os efeitos de borda conseguem atravessar inteiramente pequenos fragmentos que estão na margem e avançar para a UC. Nesses termos, essas atividades humanas estão promovendo o aumento das distâncias alcançadas pelos efeitos de borda.

Em condições futuras, caso os fragmentos do entorno imediato sejam removidos, os efeitos de borda serão propagados de todo o perímetro do PE Mata do Pau-Ferro, gerando áreas afetadas ainda maiores do que as contabilizadas nas simulações que foram executadas. Com isso, em longo prazo, a qualidade ambiental será drasticamente reduzida, podendo apresentar prejuízos irreversíveis à biodiversidade, especialmente por se tratar de um espaço que abriga espécies de animais e vegetais endêmicas ameaçadas de extinção (Marinho *et al.*, 2020).

Por outro lado, a recomposição da vegetação nativa nos limites externos pode reduzir a extensão das bordas e impedir a chegada no parque, além de promover melhores condições para os remanescentes dispostos no entorno próximo e na zona de amortecimento. O estabelecimento de áreas de reflorestamento no entorno imediato, para a redução dos efeitos de borda, seja por iniciativa dos proprietários de terra, seja por meio do poder público, necessita de parcerias com universidades e centros de pesquisa para garantir a qualidade do processo de restauração e impedir que espécies vegetais exóticas sejam manejadas nesse espaço. O procedimento torna-se necessário, uma vez que há o risco de disseminação na UC, o que pode ocasionar perturbações ecológicas adicionais e aumentar o risco de extinção das espécies nativas ameaçadas.

## CONCLUSÕES

As pastagens representam a matriz da paisagem na zona de amortecimento do PE Mata do Pau-Ferro, quando, na verdade, o adequado para a conservação seria a vegetação florestal nativa. O contexto verificado pressupõe efeitos de borda de diferentes extensões nos fragmentos florestais remanescentes, em decorrência das alterações microclimáticas impostas pelas pastagens.

As pastagens também ocupam a maior parte da área no entorno imediato, de modo que mais de 60% do espaço se comporta como área propagadora de efeitos de borda. Acrescentando-se a isso, 44% do perímetro da UC está em contato direto com as pastagens

e outros usos da terra, o que representa uma faixa de 8,16 quilômetros geradora de efeitos de borda, relevando, pois, uma vulnerabilidade média às ameaças externas. Nesse sentido, quanto mais próximas essas atividades estão da UC, maior a influência na extensão dos efeitos de borda.

As simulações realizadas mostraram diferentes somas de áreas afetadas pelos efeitos de borda, reforçando os prejuízos acarretados pelo cenário do entorno. Nessas condições, constatou-se um cenário de uso e cobertura da terra na zona de amortecimento danoso aos ecossistemas, com prejuízos que podem se estender para além dos números recuperados. Com efeito, os fragmentos florestais das margens constituem importantes espaços de redução dos efeitos de borda, impedindo que as bordas avancem e alcancem maiores distância no interior da área.

O reflorestamento com espécies nativas em faixas com larguras iguais ou superiores a 50 metros, ao longo do perímetro externo do PE Mata do Pau-Ferro, representa uma alternativa que oferece uma contribuição direta para a redução dos efeitos de borda na área protegida e supressão da vulnerabilidade do perímetro, resultando na melhoria da qualidade ambiental a médio e longo prazo. Nesse contexto, fragmentos de vegetação nativa com larguras de 50 metros ou mais situados no perímetro apresentam importante contribuição na contenção e redução dos impactos conduzidos pelos usos externos da terra. Desse modo, o entorno imediato revela-se como a faixa de maior importância na ZA, devido à sua atuação como uma barreira contra os efeitos de borda, especialmente quando há presença de vegetação florestal nativa.

A área e o perímetro propagador de efeitos de borda encontrados no entorno imediato de 500 metros podem ser reduzidos ou completamente eliminados por meio do estímulo ao reflorestamento ou à implementação de plantios agroflorestais nas propriedades que fazem divisa com o parque. Essa iniciativa resulta na diminuição das áreas de pastagem e no aumento da cobertura vegetal florestal, desempenhando, assim, um papel crucial de amortecimento sobre a UC. Outra alternativa é a expansão dos fragmentos de vegetação nativa no entorno imediato por meio de ações de conservação, a exemplo do pagamento por serviços ecossistêmicos, que conta com a contribuição de proprietários de terra para a manutenção dos ecossistemas, à medida que recebem pagamento condizente com a área mantida.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Paulo César Bahia; MOREAU, Ana Maria Souza Santos; FONTES, Ednice Oliveira. Áreas naturais Protegidas: um breve histórico do surgimento dos parques nacionais e das reservas extrativistas. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 1, n. 50,

p. 195–213, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744541007>. Acesso em: 5 abr. 2020.

AHAMMAD, Ronju; STACEY, Natasha; SUNDERLAND, Terry C. H. Use and perceived importance of forest ecosystem services in rural livelihoods of Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. **Ecosystem Services**, Amsterdam, v. 35, p. 87–98, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041617305673>. Acesso em: 9 fev. 2021.

ARRUDA, Daniel; EISENLOHR, Pedro Vasconcellos. Analyzing the edge effects in a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 76, n. 1, p. 169–175, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842016000100169&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842016000100169&lng=en&tlng=en). Acesso em: 8 out. 2023.

BARBOSA, Elysson Thiago Gomes; MARQUES, Ailson De Lima; NERI, Ulisses Dornelas Belmont; BARBOSA, Ewerton da Silva. Geoconservação em brejos de altitude: o Parque Estadual Mata do Pau Ferro. **Nature and Conservation**, Sofia, v. 10, n. 1, p. 1–16, 2017. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/nature/article/view/SPC2318-2881.2017.001.0001>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BARROS, Larissa Suassuna Carvalho; LEUZINGER, Marcia Dieguez. Planos de Manejo: panorama, desafios e perspectivas. **Cadernos do Programa de Pós Graduação em Direito**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 281–303, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ppgdir/article/view/81895>. Acesso em: 18 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Áreas Protegidas. **SNUC**: Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Brasília, DF: MMA, 2011. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/SNUC.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

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, 223 ago. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm). Acesso em: 2 jun. 2022.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 15 ago. 2022.

CAMPOS, Jean Oliveira; SANTOS, Janaina da Silva; SALVADOR, Maria do Socorro Silva; LIMA, Valéria Raquel Porto de. Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia-PB. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 12, n. 2, p. 21–36, 2018. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/rga/article/view/5103>. Acesso em: 8 fev. 2021.

CAMPOS, Jean Oliveira; LIMA, Valéria Raquel Porto. Proposta de zoneamento ambiental para o Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Paraíba, Brasil. **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, Guimarães, v. 2, n. 1, p. 19–46, 2020. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/2425>. Acesso em: 4 ago. 2020.

CAMPOS, Jean Oliveira; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana; COSTA, Diógenes Félix Silva. Uso e cobertura da terra em áreas protegidas na zona de amortecimento do parque estadual

Mata do Pau-ferro, Paraíba, Brasil. **Revista Espaço & Geografia**, Brasília, v. 1, n. 26, p. 221-247, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/43991>. Acesso em: 30 ago. 2023.

CAVALCANTE, Márcio Balbino; GUTIERRES, Henrique Elias P.; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de; SANTOS, Joel Silva dos. As Unidades de conservação no Estado da Paraíba: a realidade atual da gestão das UCs estaduais. *In*: SILVA, Anieres Barbosa; LUCENA, Daisy Beserra; GALVÃO, Josias Castro (org.). **Paraíba: pluralidades e representações geográficas**. 1. ed. Campina Grande: EDUFPG, 2021. p. 39–56.

DINIZ, Juliana Maria Ferreira Souza; FERREIRA, Bárbara Ananda Siqueira; BORGES, Luis Antônio Coimbra; ACERBI JÚNIOR, Fausto Weimar. Detecção de desmatamentos em zonas de amortecimento: um estudo de caso nas unidades de conservação das bacias do Rio Pardo e Jequitinhonha, Minas Gerais. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 417–423, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/6276>. Acesso em: 2 abr. 2020.

DUNCANSON, Laura *et al.* The effectiveness of global protected areas for climate change mitigation. **Nature Communications**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-38073-9>. Acesso em: 8 ago. 2023.

FENGLER, Felipe Hashimoto *et al.* Análise temporal da cobertura do solo na zona de amortecimento de reserva biológica. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 1, n. 5, p. 37–47, 2012.

FORMAN, Richard Townsend Turner; GODRON, Michel. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

GASCON, Claude *et al.* Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, Essex, v. 91, n. 2–3, p. 223–229, 1999. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320799000804>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GASCON, Claude; WILLIAMSON, G. Bruce; FONSECA, Gustavo A. B. Receding forest edges and vanishing reserves. **Science**, [s. l.], v. 288, n. 5470, p. 1356–1358, 2000. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.288.5470.1356>. Acesso em: 15 jan. 2021.

IBAMA. **Roteiro metodológico de planejamento**: parque nacional, reserva biológica, estação ecológica. Brasília, DF: IBAMA, 2002.

IBGE. **Primeiros resultados de população do Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LAURANCE, William F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, Essex, v. 57, n. 2, p. 205–219, 1991. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/000632079190139Z>. Acesso em: 10 fev. 2021.

LAURANCE, William F. *et al.* Rain Forest Fragmentation and the Structure of Amazonian Liana Communities. **Ecology**, Brooklyn, v. 82, n. 1, p. 105-116, 2001. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2680089?origin=crossref>. Acesso em: 5 mar. 2021.

MARINHO, Magna Fabiola Araújo *et al.* Avifauna do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro. *In*: SANTOS, Heloisa Araújo *et al.* (org.). **Plano de Manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro**. Cabedelo: UNIESP, 2020. p. 197–208.

MATOS, Tatiana Possati Vieira; MATOS, Veridiana Possati Vieira de; MELLO, Kaline De; VALENTE, Roberta Aversa. Protected areas and forest fragmentation: sustainability index for prioritizing fragments for landscape restoration. **Geology, Ecology, and Landscapes**, [s. l.],

/], v. 5, n. 1, p. 19–31, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24749508.2019.1696266>. Acesso em: 10 jul. 2022.

MCGARIGAL, Kevin; ENE, Eduard; CUSHMAN, Sam. **FRAGSTATS v4**: Spatial Pattern analysis program for categorical maps. Amherst: Computer software program produced by the authors, 2023. Disponível em: <https://www.fragstats.org/index.php>. Acesso em: 9 ago. 2020.

MEDEIROS, Rodrigo. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 41–64, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=pt&tIng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=pt&tIng=pt). Acesso em: 9 ago. 2020.

MITTERMEIER, Russell Alan *et al.* Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. *In*: ZACHOS, Frank E.; HABEL, Jan Christian (org.). **Biodiversity Hotspots**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 3–22.

MURCIA, Carolina. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 58–62, 1995. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169534700889776>. Acesso em: 20 jan. 2021.

NUNES, Matheus Henrique *et al.* Forest fragmentation impacts the seasonality of Amazonian evergreen canopies. **Nature Communications**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 917, Feb. 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-022-28490-7>. Acesso em: 15 jan. 2022.

OLIVEIRA, Brayan Ricardo; RIBEIRO, Sônia Maria Carvalho; BARBOSA, Paulina Maria Maia. Rio Doce State Park buffer zone: forest fragmentation and land use dynamics. **Environment, Development and Sustainability**, Dordrecht, v. 192, n. 39, p. 1–12, 2020. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10668-020-00969-7>. Acesso em: 26 fev. 2021.

PARAÍBA. Decreto nº 26.098, de 04 de agosto de 2005. Cria o Parque Estadual MATA DO PAU FERRO, no Estado da Paraíba, e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado da Paraíba**, Seção 12.995, Poder Executivo, João Pessoa – PB, p. 2, 5 maio 2005. Disponível em: [https://www.jusbrasil.com.br/diarios/44314636/doepb-05-08-2005-pg-2?ref=next\\_button](https://www.jusbrasil.com.br/diarios/44314636/doepb-05-08-2005-pg-2?ref=next_button). Acesso em: 8 set. 2019.

PEREIRA, Felipy Rafael Marinho; MACHADO, Célia Cristina Clemente; ANDRADE, Leonaldo Alves de. Análise do conflito do uso e cobertura do solo do município de Areia – PB em relação à legislação florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 1-22, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/36950>. Acesso em: 29 ago. 2023.

RIBEIRO, Soraya; MOREIRA, Leonardo F. B.; OVERBECK, Gerhard E.; MALTCHIK, Leonardo. Protected areas of the Pampa biome presented land use incompatible with conservation purposes. **Journal of Land Use Science**, Abingdon, v. 16, n. 3, p. 260–272, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1747423X.2021.1934134>. Acesso em: 15 fev. 2022.

RODRIGUES, Efraim. Efeito de bordas em fragmentos de floresta. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 1–6, 1998. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/65920>. Acesso em: 5 jan. 2021.

SANTOS, Heloisa Araújo; COSTA, Edilson Guedes da; ARAÚJO, Helder Farias de; MENDONÇA, Juan Diego Lourenço de; SILVA, Thiago César Farias da. **Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro**. Cabedelo: Editora UNIESP, 2020.

SILVA, Vanuza Pereira Garcia *et al.* Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. **Ciencia Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 1216–

1239, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/36234/html>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SILVA, Dimas Antonio; PAVÃO, Mônica; KANASHIRO, Marina Mitsue; GUSSONATO, Leon. Uso da terra no entorno da Estação Ecológica de Itaberá, São Paulo, SP. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 2, p. 1–14, 2011.

SILVA, Maria do Socorro Ferreira da; SOUZA, Rosemeri Melo e. Padrões espaciais de fragmentação florestal na Flona do Ibura – Sergipe. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121–137, 2014. Disponível em:

<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/1385/564>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SOUSA, Davi Stefani; PEREIRA, Walter Esfrain. Atividade agrícola do Brejo Paraibano: declínio e tendências atuais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 6, n. 3, p. 11–20, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/ojs/rbas/article/view/2914>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SOUZA, José Luciano de; VIEIRA, Célia Lontra; SILVA, Desiree Cristiane Barbosa da. **Roteiro metodológico para elaboração de plano de manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2015.

ZHANG, Junhao; WANG, Xinjun; XIE, Yujing. Implication of buffer zones delineation considering the landscape connectivity and influencing patch structural factors in nature reserves. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 19, p. 1-18, 2021. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/10833>. Acesso em: 2 abr. 2022.

**Recebido:** setembro de 2023.

**Aceito:** dezembro de 2023.