



Avaliação de ações impactantes no Monumento Natural do Rio São Francisco

Joyce Santos BENIA *¹, Edilma Nunes de JESUS ¹, Milton Marques FERNANDES ¹,
Laura Jane GOMES ¹

¹ Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil.
*E-mail: beniaufs@gmail.com

Submetido: 22/01/2025; Aceito: 01/10/2025; Publicado: 11/12/2025.

RESUMO: A metodologia de avaliação de impactos ambientais tem sido adaptada para estudos em unidades de conservação. Tal abordagem tem identificado ações antrópicas que afetam, de forma positiva ou negativa, os meios bióticos, físicos e/ou antrópicos. O Monumento Natural do Rio São Francisco (MONA) é uma Unidade de Conservação (UC) inserida no bioma Caatinga e um de seus propósitos é a proteção de sítios arqueológicos e das paisagens de grande beleza cênica dos cânions do Rio São Francisco, nos quais tem-se fomentado o turismo local. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar as ações impactantes dessa importante UC. A metodologia consistiu na aplicação de um questionário e, a partir da análise das respostas, foram sistematizadas as ações impactantes e organizadas na Matriz de Leopold adaptada; também foram aplicadas as métricas da paisagem relacionadas à forma, à borda, ao fragmento, à densidade, ao tamanho e à área. Das sete ações impactantes identificadas (descarte de resíduos sólidos, caça de animais silvestres, corte de árvores para madeira ou lenha, despejo de efluentes domésticos, ocupação de infraestrutura urbana, queimadas e atropelamento de animais silvestres), apenas a ocupação de infraestrutura urbana apresentou impacto positivo. A análise da paisagem revelou que a porção nordeste do MONA apresenta os maiores desafios para a preservação, com maior concentração de fragmentos florestais menores e maior incidência de ações impactantes. Evidencia-se a necessidade de fortalecer a fiscalização e o monitoramento, além de investir em programas de educação ambiental, a fim de sensibilizar a população local para a importância da conservação local.

Palavras-chave: matriz de Leopold; ecologia de paisagens; monitoramento; bioma caatinga.

Evaluation of impact actions on the Natural Monument of the São Francisco River

ABSTRACT: The environmental impact assessment methodology has been adapted for studies in conservation units. This approach has identified anthropogenic actions that positively or negatively affect the biotic, physical and/or anthropogenic environments. The Natural Monument of the São Francisco River is located in the Caatinga biome, and one of its purposes is to protect archaeological sites and the scenic beauty of the canyons of the São Francisco River, which has encouraged local tourism. The objective of this research was to evaluate the impactful actions of this important conservation unit. The methodology consisted of applying a questionnaire and, based on the analysis of the responses, the impactful actions were systematized and organized in the adapted Leopold matrix. Landscape metrics were also applied. Of the seven impactful actions identified, only one action had a positive impact. The landscape analysis revealed that the northeastern portion of the MONA presents the greatest challenges for preservation, with a greater concentration of smaller forest fragments and a greater incidence of impactful actions. There is a clear need to strengthen inspection and monitoring, as well as invest in environmental education programs, to raise awareness among the local population about the importance of local conservation.

Keywords: Leopold matrix; landscape ecology; monitoring; Caatinga biome.

1. INTRODUÇÃO

Além de serem uma das maneiras mais eficazes de proteger os recursos naturais essenciais à vida, as Unidades de Conservação (UC) também desempenham uma função importante na economia, por garantir a manutenção direta e indireta desses recursos. Porém, segundo Medeiros e Young (2011), a falta de informações disponíveis sobre o fornecimento e a reserva de bens e serviços oferecidos pelas áreas protegidas soma-se ao fato de que as atribuições destinadas às Unidades de Conservação (UCs) não sejam

valorizadas tanto pela sociedade quanto pela economia regional e nacional.

Um dos grandes desafios para a efetivação das Unidades de Conservação está relacionado à mitigação dos impactos ambientais decorrentes dos conflitos de uso da terra e dos propósitos de conservação estabelecidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000). A Resolução da CONABIO nº 06, de 3 de setembro de 2013, definiu as Metas Nacionais de Biodiversidade 2011-2020, a fim de diminuir as causas elementares da degradação

ambiental e as pressões diretas sobre o meio ambiente, incentivar o uso sustentável e a distribuição equitativa de bens, além de garantir a conservação da biodiversidade, assim como a saúde e o bem-estar humano (BRASIL, 2013). A meta 11 planejava proteger 30% da Amazônia e 17% dos demais biomas terrestres por meio de UCs e outras categorias de áreas protegidas até 2020 (BRASIL, 2013).

De acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, em 2024, 9,32% da Caatinga estava protegida por 258 UCs, uma área de 8.042.028 hectares, dividida em 184 de Uso Sustentável e 74 de Proteção Integral que ocupam, respectivamente, 5.909.460 e 2.132.569 ha (BRASIL, 2024).

Em Sergipe, das 19 UCs inseridas no estado, apenas 4 estão no bioma Caatinga (BRASIL, 2024). Silva et al. (2013) observaram que a importância das UCs na Caatinga considera a diversidade de espécies endêmicas da fauna e da flora locais, bem como a formação de corredores ecológicos entre os remanescentes florestais, o que, conseqüentemente, aumenta a dispersão de sementes e a variedade de habitats em áreas de grande heterogeneidade ambiental. Todos esses fatores contribuem para a manutenção do ecossistema e das populações.

Nesse contexto, está inserido o Monumento Natural do São Francisco, criado em 2009 e que abrange aproximadamente 27 mil hectares (ICMBio, 2023). Segundo Leuzinger et al. (2017), a criação da UC foi uma condição para promover o licenciamento ambiental da Usina Hidroelétrica de Xingó, em conformidade com a Resolução nº 02/96 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Com o objetivo de preservar uma parcela significativa do bioma Caatinga, além de proteger os gigantescos cânions do rio São Francisco e os sítios arqueológicos ali localizados, o plano de manejo da unidade, aprovado somente em 2023, prevê a realização de algumas atividades como o turismo, a pesca artesanal e a agropecuária de baixo impacto (ICMBio, 2023), apesar de ser uma Unidade de Conservação de proteção integral.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de política ambiental reconhecido em diversos tratados internacionais por sua eficácia na prevenção de danos ambientais e no avanço do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1981). Embora associada a processos de licenciamento, a AIA pode ser enriquecida por meio de estudos de paisagem, o que permite uma análise mais integrada dos possíveis impactos. Esse instrumento necessita da interação de diferentes atores sociais, e estes desempenham papel significativo no diagnóstico de impactos e na busca por melhorias (ALMEIDA et al., 2024).

Santos et al. (2013) ressaltam que o processo de avaliação ambiental baseia-se no monitoramento e no gerenciamento de uma determinada área. A identificação das ações humanas prejudiciais e as conseqüências posteriores a elas devem ser o principal objetivo na avaliação dos impactos ambientais, pois constituem um meio de gerar subsídios para definir e elaborar programas e projetos que foquem no monitoramento, na mitigação ou no impedimento desses impactos (SCHNEIDER et al., 2011).

Sendo assim, a avaliação de ações impactantes representa uma metodologia importante, pois possibilita a identificação e a mitigação dos impactos que venham a ocorrer de forma mais nociva ao meio ambiente. Conforme ressaltam Cabacinha et al. (2010), para uma efetiva conservação ambiental, é crucial compreender a dinâmica da paisagem ao

longo do tempo, o que possibilita um planejamento mais preciso e direcionado à recuperação de áreas degradadas. Além disso, geram indicadores importantes para a compreensão das dinâmicas ambientais e para a orientação do planejamento territorial, pois as alterações na paisagem podem ser consideradas expressão visível do meio ambiente. Nesse sentido, a paisagem pode ser vista como reflexo das interações entre os meios naturais e sociais, pois, ao analisar as mudanças decorrentes dessas interações, é possível identificar as causas que transformam a estrutura e a função dos ecossistemas.

Dito isso, o presente estudo partiu das seguintes perguntas científicas: Quais ações impactantes podem ser identificadas no Monumento Natural do Rio São Francisco? Essas ações impactantes podem ser percebidas diretamente na sua paisagem? Nesse contexto, este trabalho avaliou as ações impactantes e sua influência na paisagem do Monumento Natural do Rio São Francisco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o Monumento Natural do Rio São Francisco (MONA) (Figura 1), criado pelo Decreto s/n. de 05 de junho de 2009, que está inserido no bioma Caatinga e abriga importantes fitofisionomias de Caatinga herbácea, arbustiva e arbórea (FREIRE, 2020).

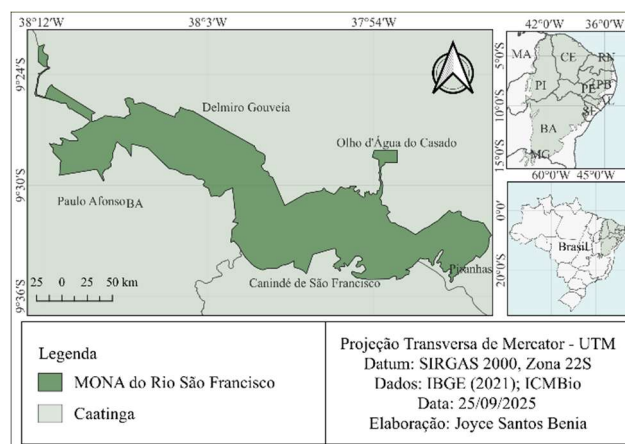


Figura 1. Mapa do Monumento Natural do Rio São Francisco.
Figure 1. Map of the São Francisco River Natural Monument.

O MONA está inserido em três estados da região Nordeste: Alagoas (42%), Bahia (33,68%) e Sergipe (24,32%) e abrange cinco municípios: Piranhas (AL), Olho D'água do Casado (AL), Delmiro Gouveia (AL), Paulo Afonso (BA) e Canindé de São Francisco (SE). A UC é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (BRASIL, 2009).

Possui uma área total de 26.736,30 hectares e abriga uma significativa diversidade de fauna e flora, além de apresentar uma beleza cênica composta pelo espelho d'água do lago da Usina Hidrelétrica de Xingó, pertencente à Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), com o entorno formado por paredões rochosos (FREIRE, 2020). Nos artigos 50 e 60 do Decreto s/n. de 05 de junho de 2009, ficam asseguradas a pesca artesanal e a agropecuária de baixo impacto, de forma sustentável, desde que haja acordo com o plano de manejo, bem como a livre navegação, mediante prévia autorização da autoridade naval competente (BRASIL, 2009).

2.2. Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi conduzida em três etapas: i) avaliação de ações impactantes no Monumento Natural do Rio São Francisco; ii) análise da paisagem por meio de métricas de paisagem; iii) correlação das informações levantadas com o plano de manejo da unidade.

Na primeira etapa, a UC foi investigada em escala regional com o objetivo de diagnosticar as ações impactantes que afetam toda a Unidade. Para esse fim, foi disponibilizado ao gestor o questionário elaborado por Santos (2020), adaptado ao contexto do MONA. O gestor também assinou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Além disso, foram analisadas 14 atas de reuniões do conselho gestor com o intuito de coletar informações registradas no período de 15 de dezembro de 2015 a 07 de fevereiro de 2019.

As ações impactantes foram classificadas e qualificadas por meio da Matriz de Leopold modificada (SANTOS, 2007), que, apesar de apresentar viés inicial na Avaliação de Impactos Ambientais em processos de licenciamento, vem sendo utilizada também na avaliação de ações impactantes em Unidades de Conservação (SOBRAL et al., 2007; SANTOS et al., 2013; LIMA et al., 2019).

A Matriz de Leopold baseia-se na identificação sistemática das interações entre ações antrópicas e componentes ambientais potencialmente afetados. A matriz organiza essas relações em um quadro bidimensional, no qual as atividades de um projeto são dispostas em linhas e os fatores ambientais em colunas, permitindo avaliar a magnitude e a importância dos impactos. A ferramenta constitui uma metodologia que orienta, de forma estruturada, transparente e comparável, a análise e a previsão de impactos ambientais.

Santos et al. (2013) ressaltam que o processo de avaliação ambiental baseia-se no monitoramento e no gerenciamento de uma determinada área. Para isso, a matriz de Leopold é uma metodologia que permite avaliar o grau e a importância de cada atividade impactante analisada, com base em uma lista de indicadores versus fatores de impacto (Al-Nasrawi et al., 2020).

Para a caracterização da área de estudo, foram elaborados mapas temáticos de uso e ocupação do solo, de altitude, de classes de solo e de rede hidrográfica (Figura 2). A espacialização dessas informações permite compreender as condições físicas e ambientais da área, fornecendo subsídios para a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra e para a interpretação dos resultados.

Os parâmetros de avaliação utilizados foram definidos de acordo com Santos (2007), com base em sete critérios principais. A Frequência classifica a ocorrência do impacto como Temporária (T), Permanente (PR) ou Cíclica (C). A Extensão define sua abrangência espacial, seja local ou regional. A reversibilidade indica se o ambiente retorna às suas condições originais ou não. A Duração classifica o tempo de duração do efeito como Curto (até 1 ano), Médio (1-10 anos) ou Longo (10-50 anos). A Origem distingue se o impacto é Direto (causa-efeito imediato) ou Indireto (parte de uma cadeia de reações). O Sentido atribui valor, sendo Benéfico ou Adverso. Por fim, o Grau de Impacto classifica a severidade em Baixo (B), Médio (M) ou Alto (A), considerando o uso de recursos naturais e o potencial de reversão.

Por se tratar de uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, optou-se por analisar as diversas relações entre os impactos e os meios afetados, considerando a

qualificação de cada impacto. Dessa forma, espera-se que as informações coletadas subsidiem a gestão da UC em estudo.

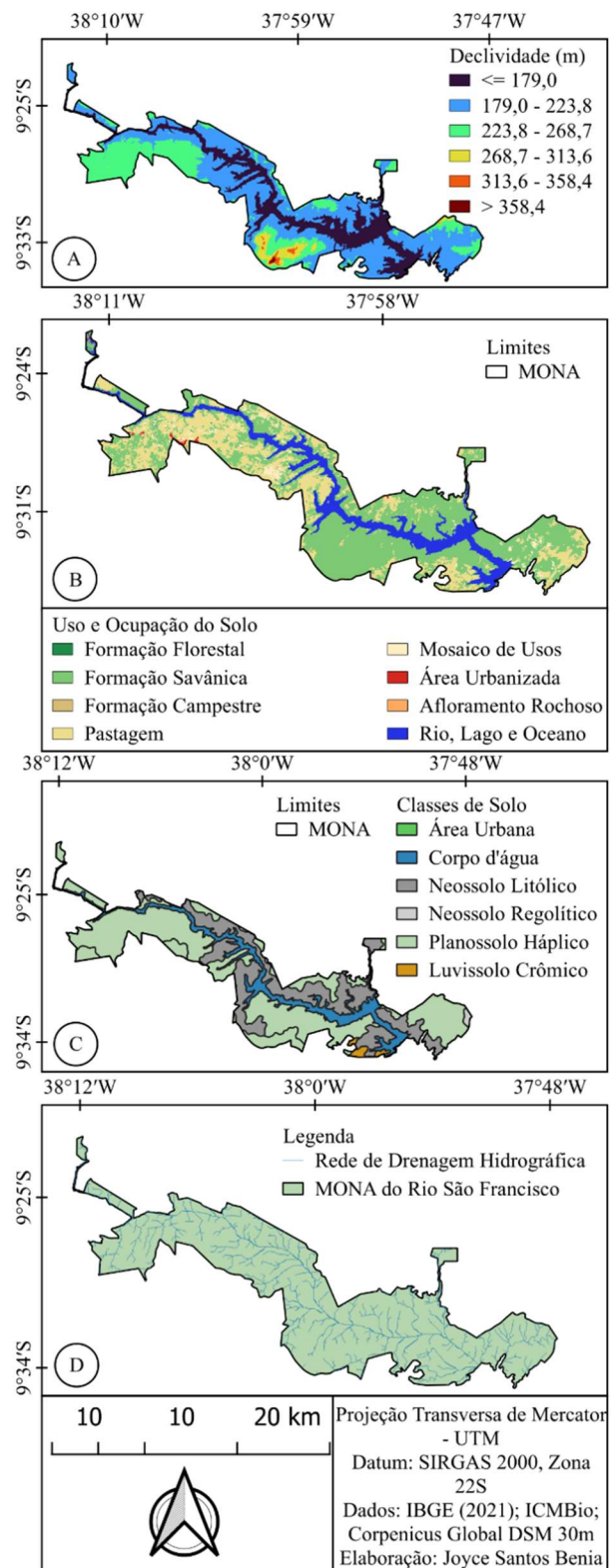


Figura 2. Mapas de declividade (A), de uso e cobertura (B), de classes de solo (C) e da rede de drenagem (D) do Monumento Natural do rio São Francisco.

Figure 2. Maps of slope (A), use and coverage (B), soil classes (C) and drainage network (D) of the São Francisco River Natural Monument.

Na segunda etapa, foram utilizados dados do projeto MapBiomias, coleção 5 de 2019, através do programa ArcGIS

Pro (licença LearnStudent) para análise dos fragmentos florestais. Os cálculos das métricas de paisagem foram realizados com o auxílio do aplicativo *Patch Analyst* (2014), com a finalidade de caracterizar aspectos da estrutura da paisagem, tais como: i) a forma e a complexidade dos fragmentos; ii) a quantidade e estrutura das bordas; iii) a densidade, o tamanho e a variação dos fragmentos; e iv) a área total da paisagem. As métricas de paisagem foram analisadas com base na adaptação do método de Cabacinha et al. (2010).

No questionário disponibilizado anteriormente, o gestor da unidade indicou, em um mapa-base, os principais locais de ocorrência das ações impactantes. Essas marcações foram projetadas no ArcGIS Pro (licença LearnStudent) para sobreposição ao mapa de fragmentos florestais. Este procedimento permitiu cruzar a dinâmica antrópica relatada com a configuração espacial da paisagem, contextualizando a fragmentação identificada e suas possíveis causas naquela área.

Com isso, buscou-se diagnosticar as áreas mais urgentes, a fim de auxiliar na elaboração de um plano de ação eficaz para reduzir os riscos de impactos por meio de propostas mitigadoras.

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação de ações impactantes

No questionário respondido pelo gestor, foram avaliadas 10 ações impactantes. Destas, apenas a pesca irregular não ocorre mais na UC. Outras sete (07) - 1) descarte de resíduos sólidos, 2) caça de animais silvestres, 3) corte de árvores para madeira ou lenha, 4) despejo de efluentes domésticos, 5) ocupação de infraestrutura urbana, 6) queimadas e 7) atropelamento de animais silvestres - ainda ocorrem na área e duas - 1) acesso de pessoas ou carros e 2) coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas, cipós, bulbos, bambus e raízes vegetais - não foram mencionadas pelo gestor, mas foram avaliadas de acordo com o histórico da área e com base nos documentos pesquisados.

A partir das 07 ações que ainda ocorrem na área da UC, foram contabilizados 39 impactos ambientais. De acordo com informações fornecidas pelo gestor, nos estados de Alagoas e Bahia foi apontado o maior número de ocorrências de ações impactantes (05 em cada estado).

Em Sergipe, estado que abrange a menor área do MONA, foram apontadas apenas três (03) ações impactantes na UC (caça de animais silvestres, corte de madeira ou lenha e queimadas), das quais foram contabilizados dezoito (18) impactos que podem decorrer delas. Segundo o gestor, o corte de madeira e lenha é a única ação que ocorre na UC em todos os três estados.

As queimadas foram identificadas pelo gestor do MONA em regiões dos estados de Sergipe e Alagoas, áreas com fragmentos florestais mais preservados. Já o descarte de resíduos sólidos só apareceu na porção do MONA pertencente ao estado da Bahia.

Ao contabilizar os parâmetros adotados, geraram-se os gráficos apresentados na Figura 3, que indicam que a maioria dos impactos foi classificada como de frequência permanente (26), com extensão regional (29), reversível (26), de longa duração (18), de origem direta (27), de sentido negativo (37) e de alto grau de impacto (30).

A identificação de impactos adversos de alto grau, principalmente os associados a pressões antrópicas, evidencia

a vulnerabilidade da área a atividades ilegais ou não planejadas. Um sistema de monitoramento contínuo, apoiado em tecnologias como o sensoriamento remoto e a inteligência territorial, é importante para detectar previamente ações que causem impactos negativos e permitir a rápida intervenção dos órgãos fiscalizadores, garantindo a efetividade da conservação a longo prazo.

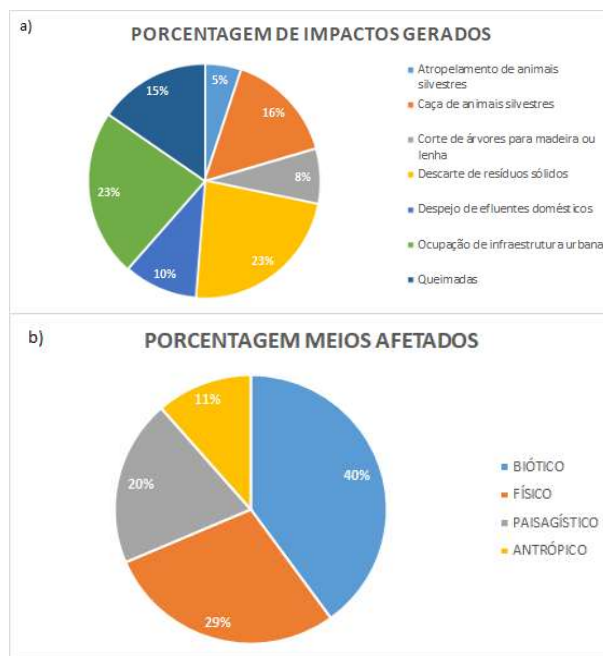


Figura 3. Porcentagem das ações impactantes e dos meios afetados. Figure 3. Percentage of impactful actions and affected media.

3.2. Análise de paisagem

Os resultados dos cálculos das métricas de paisagem foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Métricas de paisagem calculadas no programa *Patch Analyst*.

Table 1. Landscape metrics calculated with the Patch Analyst program.

Grupo	Métrica	Val. Corresp.	U. M.
Forma	AWMPFD	1,4	-
	TE	1288480	metro
Borda	ED	104,1	metro/hectare
	MPE	1081,8	-
Fragmento	MPS	10,4	hectare
	NumP	1191	adimensional
Densidade e Tamanho	MedPS	0,2	-
	PSCoV	1395,1	porcentagem
	PSSD	145	hectare
Área	TLA	12389,6	hectare
	CA	12379,6	hectare

Val. Corresp. = Valor correspondente; U. M. = Unidade de Medida; AWMPFD = Dimensão fractal do fragmento médio; TE = Total de bordas; ED = Densidade de bordas; MPS = Tamanho médio; NumP = fragmentos; PSCoV = Coeficiente de variação; PSSD = Desvio padrão do tamanho dos fragmentos; TLA = Área Total da Paisagem; CA = Área de Classe.

No geral, as métricas traduzem a diversidade de ações impactantes presentes na UC, provavelmente há tempos, e que se mantêm atuantes, justamente devido ao alto grau de fragmentação. A condição de fragmentação da UC é bastante

evidenciada pelo número de fragmentos presentes (NumP = 1191), pela área de borda da UC (TE = 1288480 m; ED = 104,1 m/ha e MPE = 1081,8), pelo tamanho médio dos fragmentos (MPS = 10,4 ha), bem como pela área ocupada (TLA = 12389,6 ha).

4. DISCUSSÃO

4.1. Avaliação de ações impactantes

A análise de ações impactantes em Unidades de Conservação demonstra que, mesmo em pequena escala, essas ações podem desencadear uma cascata de impactos ambientais com consequências significativas para a biodiversidade e os ecossistemas. Santos et al. (2013), Lima; Gomes; Faiad (2019) e Santos; Gomes (2020), em suas pesquisas realizadas em Unidades de Conservação a partir da aplicação da Matriz de Leopold adaptada, apontaram seis, cinco e dez ações impactantes, respectivamente.

Santos et al. (2013) observaram 27 impactos ambientais decorrentes de ações de impacto associadas à expansão imobiliária em torno de uma Área de Proteção Ambiental. Lima et al. (2019), ao avaliarem as ações impactantes de uma Reserva Biológica em Pirambu-SE, identificaram 44 impactos ambientais decorrentes dessas ações. Já Santos; Gomes (2020) encontram 54 impactos ambientais em seis Reservas Particulares do Patrimônio Natural localizadas também no estado de Sergipe.

O descarte de resíduos sólidos e a ocupação da infraestrutura urbana foram as ações com maior impacto ambiental e maior incidência sobre o meio biótico. Em pesquisa realizada por Feitosa et al. (2018), que analisou os impactos decorrentes da construção de uma ponte, o meio biótico apresentou o menor número de ações impactantes. Porém, quanto à importância e à magnitude, este meio foi o que apresentou o maior nível de gravidade (FEITOSA et al., 2018). A caça ilegal também já foi verificada em outros estudos na área do MONA (CARNELOSSI et al., 2025), e foi considerada uma atividade que promove o declínio populacional de várias espécies (a exemplo dos mamíferos), incluindo grupos que estão ameaçados de extinção.

Nos estados mais urbanizados, Alagoas e Bahia, foi apontado o maior número de ocorrências de ações impactantes. Em pesquisa realizada por Santos et al. (2013) em uma Área de Proteção Ambiental (APA), a área mais urbanizada da UC também apresentou o maior número de ações impactantes, tais como desmatamento, expansão imobiliária, resíduos sólidos e despejo de efluentes domésticos.

Apesar de representar a menor porção do Monumento Natural, a área em Sergipe registrou um número limitado de atividades de impacto. Tais ações são restritas ou proibidas por leis como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e o SNUC (Lei nº 9.985/2000). Segundo o gestor, o corte de madeira e lenha é a única ação que ocorre na UC em todos os três estados. Borba et al. (2018) observaram, em seu estudo, um aumento de aproximadamente 289,13% no número de espécies da flora do bioma Caatinga em risco de extinção entre 2008 e 2014, o que quadruplicou esse número no período.

A ocorrência de queimadas em áreas protegidas, como o Monumento Natural, especialmente em regiões com fragmentos florestais mais preservados, como Sergipe e Alagoas, representa uma grave ameaça à biodiversidade. A lei nº 14.944/2024, que institui a Política Nacional de Manejo

Integrado do Fogo, dispõe no art. 40 que, em áreas protegidas, é necessário um Plano de Manejo Integrado do Fogo, elaborado pelo órgão gestor e pela comunidade, para a utilização controlada em determinados locais e condições específicas (BRASIL, 2024). Alves et al. (2008) afirmam que impactos desse tipo provocam uma grave redução na qualidade de vida do sertanejo, especialmente entre aqueles de renda mais baixa. O artigo 45 da Lei nº 14.944/2024 estabelece que o uso irregular do fogo é passível de sanções administrativas, cíveis e criminais, a fim de coibir e responsabilizar os infratores (BRASIL, 2024).

A presença de resíduos sólidos na porção baiana do Monumento Natural é agravada pelo intenso fluxo de pessoas decorrente da rodovia BA-210, que intercepta o MONA e conecta os povoados de Rio do Sal e Malhada Grande, ambos com residências dentro da UC, o que resulta em maior fluxo e maior presença de pessoas no local. Lima et al. (2020) identificaram, como consequência do descarte inadequado de resíduos, a poluição do ar, da água e do solo. Segundo os autores, estes impactos negativos decorrem da decomposição e da interação de alguns materiais, bem como de interações físicas, químicas e biológicas.

Santos et al. (2013), Lima et al. (2019) e Santos; Gomes (2020), em suas pesquisas sobre avaliação de ações impactantes em Unidades de Conservação, também encontraram, em sua maioria, impactos ambientais negativos. Isso reflete que apesar da considerável quantidade de áreas protegidas brasileiras, muitas delas não cumprem seu papel efetivamente, seja por conflitos existentes entre as esferas de gestão pública e privada; por uma visão impropriedade de que a conservação e preservação de serviços ecossistêmicos impedem o crescimento econômico do país (MACHADO et al., 2020), ou até mesmo devido à falta de diagnóstico socioambiental, que causa conflitos sociais e políticos, e potencializam questões como a desvalorização ambiental e problemas de ordem econômica (BRITO, 2011).

O número de impactos ambientais permanentes foi igual ao de impactos ambientais reversíveis. Isso é possível porque a frequência de um efeito informa sobre sua periodicidade, e a reversibilidade expressa a capacidade do local de voltar ao seu estado natural, seja por sucessão ecológica ou por indução humana. Ou seja, o impacto pode ser duradouro, mas não incessante. Outro ponto a ser observado é a presença de impactos diretos e regionais. Por ocorrerem em uma relação de causa e efeito, os impactos diretos podem ser observados mais rapidamente; porém, a dimensão que esse impacto vai alcançar precisa ser estudada e contida o quanto antes.

A identificação e categorização das ações impactantes constituem a base para um planejamento de conservação eficaz. Ao compreender a natureza, origem, magnitude e duração dos impactos, os gestores podem priorizar ações e alocar recursos de maneira estratégica, direcionando esforços para onde são mais urgentes e necessários. Essa abordagem metodológica permite que a gestão adote um modelo proativo, focado na mitigação de ameaças e na potencialização de impactos benéficos.

4.2. Análise de paisagem e ações impactantes

De acordo com a métrica área de classe (CA), a classe floresta do Monumento Natural do rio São Francisco corresponde a 12.379,6 hectares, o que representa cerca de 46,30% da área total. Embora esse valor supere os 30% de vegetação nativa considerados necessários para promover o

equilíbrio entre o uso econômico e a conservação biológica (Metzger, 2008; Bircol et al., 2018), a área florestal, contudo, encontra-se dividida em 1.191 fragmentos (NumP), com tamanho médio (MPS) de 10,4 hectares.

Desta forma, observa-se que a área apresenta um MPS próximo ao tamanho mínimo de 10 ha, para não estar totalmente sob o efeito de borda, além de ter área florestal superior a 30%. Entretanto, a classe floresta apresenta um NumP elevado, o que indica uma paisagem florestal fortemente fragmentada. Fernandes; Fernandes (2017) evidenciaram a predominância de fragmentos florestais de tamanho médio (76,20%), com área de 10 a 100 hectares, o que é crucial para a manutenção da biodiversidade e da integridade ecológica desses remanescentes.

Martins et al. (2018) afirmam que a quantificação de um NumP elevado e de um MPS baixo reforça a interpretação de uma área fragmentada. Em sua pesquisa, os autores compararam as métricas de paisagem da bacia do rio Catolé em 1995 e 2015 e constataram a redução da área e do número de fragmentos na região. Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes et al. (2017) e Salazar et al. (2021), que, por meio de análises temporais da vegetação da Caatinga, concluíram o aumento da fragmentação em diversos pontos do bioma. Frequentemente, a formação de fragmentos florestais é consequência da pressão exercida por ações impactantes e de seus impactos ambientais decorrentes.

A intensificação de ações antrópicas negativas, em comparação com as positivas, resulta na diminuição das áreas florestadas, ainda que estas estejam em áreas protegidas. Como estratégia para mitigar essa pressão e promover a conservação, o investimento em programas contínuos de educação ambiental direcionados às comunidades do entorno é uma medida essencial e complementar. Esses programas devem visar não apenas à conscientização sobre a importância da biodiversidade local, mas também à construção de uma relação de responsabilidade pela proteção da área.

A alta fragmentação da paisagem, caracterizada pela presença de 91,94% dos fragmentos com menos de 5 hectares (totalizando 1.095 fragmentos), contrasta com o MPS. Essa predominância de pequenos fragmentos, embora não contradiga o MPS calculado, indica uma paisagem fragmentada, com consequências negativas para a conservação da biodiversidade.

O PSSD e o PSCoV encontrados indicam uma grande variação em torno da média e alta heterogeneidade nos dados. Segundo Martins et al. (2018), é comum que essas métricas apresentem valores elevados. Ao analisar métricas de paisagem aplicadas à bacia do rio Catolé, os autores observaram aumento do coeficiente de variação e do desvio padrão (MARTINS et al., 2018). Já Oliveira Júnior (2020) quantificou um decréscimo no coeficiente de variação entre 1977 e 2007, seguido de um aumento da métrica na década seguinte. Segundo os autores, a queda na porcentagem indica a redução no tamanho das manchas maiores. De acordo com Antogiovanni et al. (2018), a pecuária e a extração de madeira são as principais causas da alta heterogeneidade da Caatinga e estão entre as principais atividades econômicas dos moradores da região.

A fragmentação florestal desempenha um papel crucial na perda acelerada da biodiversidade em nosso planeta. Esse processo, quando intensificado pela ação antrópica, afeta a biodiversidade na permanência e distribuição das espécies em seu habitat, pois causa perda de habitat, provoca a extinção

de espécies da fauna e da flora, interfere nas relações ecológicas, facilita a invasão de espécies exóticas, altera o microclima local, afeta o tamanho e composição do banco de sementes no solo, causa mudanças nas condições do solo e da água, entre outros (CALEGARI et al., 2010; JESUS et al., 2015; SOUSA et al., 2017).

De acordo com Freire (2020), verificou-se que, entre 2007 e 2014, houve redução da vegetação de caatinga arbórea-arbustiva no sul do Monumento Natural do Rio São Francisco, devido ao desmatamento. Em contrapartida, conforme a Figura 4, no sul da UC (nos estados de Alagoas e Sergipe) estão os fragmentos mais conservados da unidade, incluindo a matriz. Esses fragmentos maiores são considerados de grande importância, pois podem fornecer recursos e materiais genéticos para as manchas menores, possuem potencial de viabilidade, facilitando a imigração de espécies para fragmentos vizinhos, e podem oferecer áreas específicas para a coleta de sementes (JESUS et al., 2015).

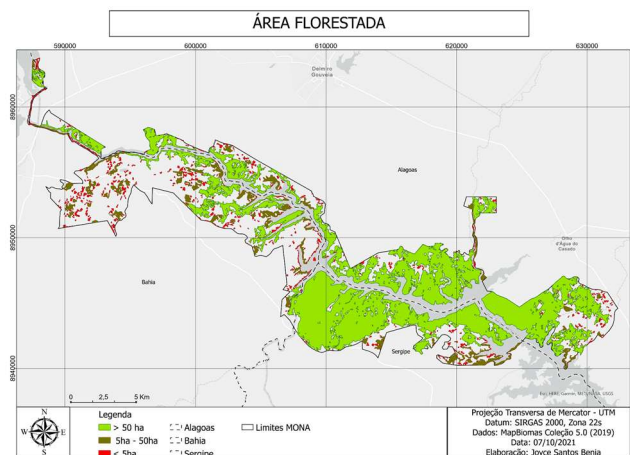


Figura 4. Fragmentos florestais do MONA Rio São Francisco.
Figure 4. Forest fragments of the MONA São Francisco River.

De acordo com Valente; Vettorazzi (2002), a área que sofre maior influência da matriz e do meio externo é a borda dos fragmentos. O total de bordas (TE) calculado na área do MONA foi de 1.288.480 metros, sendo que, a cada hectare, há 104,1 metros de borda em contato com outros usos. Este último dado representa a densidade de borda (ED) e as prováveis alterações de microclima que afetam diretamente as espécies mais vulneráveis.

No semiárido sergipano, a área total de borda é de 4.787.746 m e a densidade é de 419,40 m/ha (FERNANDES et al., 2017). Segundo Antogiovanni et al. (2019), por apresentar um padrão altamente fragmentado, 75% da Caatinga encontra-se a menos de 1 km de uma borda. Já na bacia hidrográfica do rio Poxim, localizada também em Sergipe, o índice total de borda foi de 1.036,24 metros (JESUS et al., 2015). Segundo a autora, uma área com alto grau de fragmentação, consequentemente, apresenta um número elevado de bordas. Isso ocorre porque o aumento no número de fragmentos também contribui para a criação de novas áreas de borda. Brinck et al. (2017) revelam que os efeitos de borda em florestas tropicais correspondem a 31% das liberações anuais de carbono.

De acordo com Saito et al. (2012), a dimensão fractal do fragmento médio, quando ponderada pela área (AWMPFD), reflete a complexidade do formato dos fragmentos. Segundo o autor, ambientes que apresentam valores próximos de 01

indicam a presença de formas menos complexas e, à medida que se aproxima de 02, há um aumento na complexidade dos fragmentos.

No Monumento Natural do rio São Francisco, o valor de AWMPFD foi de 1,4. O mesmo valor foi observado por Oliveira Júnior (2020), indicando perímetros mais simples e formas mais arredondadas dos fragmentos florestais na área avaliada pelo autor. Já Gurgel et al. (2011), ao analisarem temporalmente, observaram um aumento na complexidade das formas ao longo de 20 anos. O aumento desse índice indica o crescimento do número de manchas mais complexas e de menor dimensão central, o que submete a área a um maior efeito de borda e, conseqüentemente, a efeitos negativos.

Segundo Guariz; Guariz (2020), a intensidade dos efeitos de borda em fragmentos florestais é inversamente proporcional ao seu tamanho e diretamente proporcional ao seu perímetro. Fragmentos menores e mais alongados tendem a ser mais afetados, com a borda invadindo toda a área e transformando a floresta em capoeira.

A análise das métricas selecionadas apresentou um panorama geral da configuração dos fragmentos (estrutura da paisagem). Esta análise, por sua vez, apresentou dados que complementam os fatores identificados na análise das ações impactantes. Na sobreposição dos mapas, foi possível integrar os dados para identificar como a distribuição das ações impactantes poderá comprometer a conservação da formação florestal da área (Figura 5).

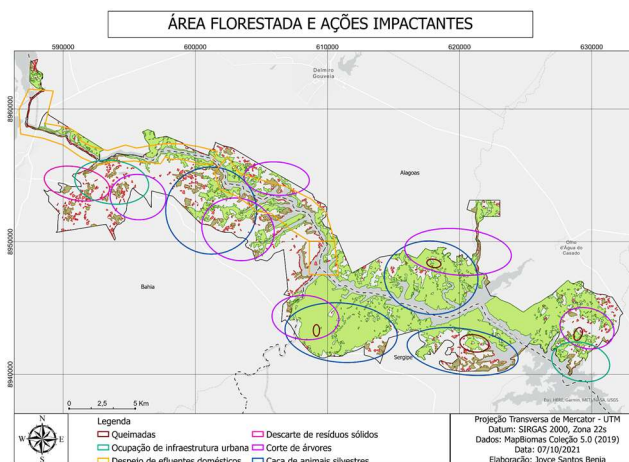


Figura 5. Sobreposição entre as ações impactantes identificadas e a fragmentação florestal do MONA Rio São Francisco.

Figure 5. Overlap between the identified impactful actions and the forest fragmentation of the MONA Rio São Francisco.

A maior diversidade de ações investigadas ocorre na área mais fragmentada, no norte do MONA. Nessa área também ocorrem as ações mais impactantes, como o descarte de resíduos sólidos e a ocupação da infraestrutura urbana. Ambas as atividades são intensificadas em áreas não florestadas, o que indica um elevado nível de pressão no local. Esse contexto evidencia a exposição da área a efeitos negativos sobre a fauna e a flora locais, bem como sua fragilidade diante de perturbações.

A ocupação da infraestrutura urbana foi marcada por dois pontos da UC, com numerosos fragmentos florestais. Apesar de ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, o Monumento Natural do Rio São Francisco possui, em sua área, estruturas urbanas, como rodovias e casas. Segundo a Lei 9.985/00, os monumentos naturais podem possuir, em

sua área, propriedades particulares, desde que compatíveis com o objetivo da unidade (BRASIL, 2000). Porém, a presença de estruturas, como as rodovias, aumenta a rotatividade de pessoas, o que sujeita a área a maior exposição a ações antrópicas negativas.

Ferreira et al. (2017) afirmaram que o efeito de barreira causado pelas rodovias também afeta diretamente a dinâmica de vida das populações silvestres. A fragmentação paisagística afeta o deslocamento animal e prejudica atividades como o acasalamento, a alimentação, a fuga, a polinização, a dispersão de sementes, entre outras. A divisão de um habitat em espaços menores pode aumentar a densidade de algumas populações locais, perturbando as relações ecológicas, favorecendo a proliferação de doenças e reduzindo o fluxo gênico entre as espécies (SILVA et al., 2013).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam a fragilidade da paisagem, caracterizada por um alto grau de fragmentação e pela ocorrência de diversas ações impactantes, como o descarte de resíduos sólidos e a ocupação de infraestrutura urbana.

A utilização da Matriz de Leopold modificada mostrou-se uma ferramenta robusta para a avaliação de ações impactantes em contexto de conservação. Sua estrutura sistemática permitiu cruzar múltiplos critérios, fornecendo uma visão integrada e detalhada do perfil de impactos da área de estudo. A metodologia mostrou-se eficaz para comunicar informações complexas de forma organizada, servindo de suporte ao planejamento e à gestão de unidades de conservação.

A análise da paisagem revelou que a porção nordeste do MONA apresenta os maiores desafios para a preservação, com maior concentração de fragmentos florestais menores e maior incidência de ações impactantes.

Ao integrar as metodologias, foi possível identificar e avaliar os efeitos das atividades humanas sobre a paisagem. É fundamental que o órgão gestor, em conjunto com os demais atores envolvidos, implemente as ações previstas no plano de manejo, com metas e indicadores claros para a conservação da biodiversidade e a recuperação dos ecossistemas. Além disso, é necessário fortalecer as ações de fiscalização e monitoramento, bem como investir em educação ambiental para sensibilizar a população local sobre a importância da conservação do MONA.

Recomenda-se implementar ações para reduzir a fragmentação da paisagem, controlar os impactos e fortalecer a gestão da UC. É fundamental investir em programas de educação ambiental, fiscalização e monitoramento, além de promover a participação da comunidade local nas ações de conservação.

6. REFERÊNCIAS

- AL-NASRAWI, F. A.; KAREE, S. L.; SALEH, L. A. Using the Leopold Matrix Procedure to Assess the Environmental Impact of Pollution from Drinking Water Projects in Karbala City, Iraq. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 671, e012078, 2020. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/671/1/012078>
- ALMEIDA, M. R. R.; VERONEZ, F. A.; MALVESTIO, A. C. Desvendando os Praticantes da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil: perfil, formação e percepção sobre a prática da AIA pelos participantes do CBAI. **Sociedade**

& *Natureza*, v. 36, n. 1, p. 1-14, 2024. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v36-2024-71552>

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Caminhos de Geografia*, v. 9, n. 27, p. 143-155, 2008. <http://dx.doi.org/10.14393/RCG92715740>
- ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. *Landscape Ecology*, v. 33, p. 1353-1367, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-6>
- BIRCOL, G. A. C.; SOUZA, M. P. de; FONTES, A. T.; CHIARELLO, A. G.; RANIERI, V. E. L. Planning by the rules: a fair chance for the environment in a land-use conflict area. *Land Use Policy*, v. 76, p. 103-112, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.038>
- BORBA, J. F. S.; PESSOA, D. S.; LIMA, T. L. B. Vulnerabilidade à extinção de espécies da flora brasileira do bioma Caatinga. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS - CONAPESC, III, 2018. *Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2018. 4p. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/43433>. Acessado em: 17 set. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 1º set. 1981.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2000.
- BRASIL. **Decreto de 5 de junho de 2009**. Dispõe sobre a criação do Monumento Natural do Rio São Francisco. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 108, p. 8, 8 jun. 2009
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Comissão Nacional de Biodiversidade. **Resolução CONABIO nº 06**, de 3 de setembro de 2013. Dispõe sobre as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020. Brasília, DF: MMA, 2013.
- BRASIL. **Lei nº 14.944, de 31 de julho de 2024**. Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo e altera as Leis nºs 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei dos Crimes Ambientais). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 146, p. 1, 1 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília, DF: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protetidas/plataforma-cnuc-1>. Acessado em: 28 out. 2025.
- BRINCK, K.; FISCHER, R.; GROENEVELD, J.; LEHMANN, S.; PAULA, D. P.; PUTZ, S.; SEXTON, J. O.; SONG, D.; HUTH, A. High resolution analysis of tropical forest fragmentation and its impact on the global carbon cycle. *Nature Communications*, v. 8, e14855, 2017. <https://doi.org/10.1038/ncomms14855>
- BRITO, D. M. C.; BASTOS, C. M. C. B.; FARIAS, R. T. S.; BRITO, D. C.; DIAS, G. A. C. D. Conflitos socioambientais no século XXI. *Pracs*, Macapá, v. 4, n. 4, p. 51-58, dez. 2011.
- CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do rio Araguaia na savana brasileira. *Revista Floresta*, v. 40, n. 4, p. 675-690, 2010. <https://doi.org/10.5380/rf.v40i4.20318>
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore*, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622010000500012>
- GUTIERREZ CARNELOSSI, E. A.; RESMINI SARTOR, L.; RUIZ-ESPARZA, J. Species richness and diel activity patterns of terrestrial mammals in a protected Brazilian dry forest. *Tropical Zoology*, v. 38, p. 50-66, 2025.
- FEITOSA, F. R. S.; OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, G. L.; SANTOS, D. B.; JESUS, E. N. Impactos ambientais no litoral norte de Sergipe (Brasil): O caso do município da Barra dos Coqueiros. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 4, n. 1, p. 176-190, 2018.
- FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q.; FERNANDES, M. M. Análise temporal da fragmentação florestal na região semiárida de Sergipe. *Nativa*, v. 5, n. 6, p. 421-427, 2017. <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i6.4665>
- FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. de M. Análise espacial da fragmentação florestal da bacia do rio Ubá - RJ. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 4, p. 1429-1439, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509830330>
- FERREIRA, J. J.; SARAIVA, A. L. B. C.; VALE, C. C. Atropelamentos de animais silvestres no semiárido nordestino: estudo de caso da zona rural do município de Assú/RN. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017. p. 1249-1258. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2040>
- FREIRE, N. C. F.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B. da; PACHECO, A. P. 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. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-073>
- GUARIZ, H. R.; GUARIZ, F. R. Avaliação do Tamanho e Forma de Fragmentos Florestais por Meio de Métricas de Paisagem para o Município de São Roque do Canaã, Noroeste do Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 5, p. 2139-2153, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2139-2153>
- GURGEL, R. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S. Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA). *GeoTextos*, v. 9, n. 1, p. 177-201, 2013. <https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v9i1.6477>
- ICMBio_Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo do Monumento Natural do Rio São Francisco**. Paulo Afonso: ICMBio, 2023. 36p.
- JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-

- SE, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300007>
- LEUZINGER, M. D.; SANTANA, P. C.; SOUZA, L. R. (Orgs.). **Monumentos naturais, refúgios da vida silvestre e áreas de relevante interesse ecológico: pesquisa e preservação**. Brasília: UniCEUB, 2017. 140p. LIMA, I. M. C.; GOMES, L. J.; FAIAD, P. Avaliação de ações impactantes em uma reserva biológica da região Nordeste do Brasil. **Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 35-45, 2019.
- LIMA, V. G. S.; SILVA, M. M. P.; FAUSTINO, R. F.; BARBOSA, G. F. Resíduos sólidos e impactos adversos sobre o bioma Caatinga em município paraibano de pequeno porte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 70593-70614, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n9-492>
- MACHADO, R. B.; CUNHA, M. C.; AGUIAR, L. M.; BUSTAMANTE, M. As várias faces das ameaças às áreas de conservação no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 72, n. 2, p. 58-61, 2020. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200015>
- MARTINS, R. N.; ABRAHÃO, S. A.; RIBEIRO, D. P.; COLARES, A. P. F.; ZANELLA, M. A. Spatio-temporal analysis of landscape patterns in the Catolé watershed, northern Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 42, n. 4, p. 1-11, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000400007>
- MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F. (Orgs.). **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: relatório final**. Rio de Janeiro: Centro para Monitoramento da Conservação Mundial do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2011. 120p. METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.
- OLIVEIRA JÚNIOR, I. Fragmentos vegetais da caatinga e métricas da paisagem: uma abordagem no contexto do processo de desertificação. **Acta Geográfica**, v. 16, n. 41, p. 280-308, 2022. <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v16i41.6636>
- SAITO, E. A.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S.; KORTING, T. S. Efeitos da mudança de escala em padrões de desmatamento na Amazônia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. 3, p. 401-414, 2012. <https://doi.org/10.14393/rbcv63n3-43749>
- SALAZAR, A. A.; ARELLANO, E. C.; MUNÓZ-SÁEZ, A.; MIRANDA, M. D.; SILVA, F. O.; ZIELONKA, N. B.; CROWTHER, L. P.; SILVA-FERREIRA, V.; OLIVEIRA-REBOUCAS, P.; DICKS, L.V. Restoration and conservation of priority areas of Caatinga's semi-arid forest remnants can support connectivity within an agricultural landscape. **Land**, v. 10, n. 6, e550, 2021. <https://doi.org/10.3390/land10060550>
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 150p.
- SANTOS, L. I. C.; MENEZES GOMES, S. H.; SANTANA, L. L.; GOMES, L. J. Identificação das ações impactantes na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju – Se. **Scientia Plena**, v. 9, n. 10, p. 1-13, 2013.
- SANTOS, T. K. S.; GOMES, L. J. Avaliação das ações impactantes nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural do Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 11, 2020. **Anais...** Vitória-ES: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. 11p. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/V-010.pdf>. Acessado em: 28 out. 2025.
- SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; CASTILHOS, C. A.; FETTER, D. S.; VI-138 - Proposta metodológica para avaliação das ações antrópicas impactantes aplicada à elaboração de planos ambientais municipais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 26, 2011. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011. 7p. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/19_Download/TrabalhosCompletoPDF/VI-138.pdf. Acessado em: 28 out. 2025.
- SILVA, A. C. C.; PRATA, A. P. N.; SOUTO, S. S.; MELLO, A. A. Aspectos de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 479-490, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000300011>
- SOBRAL, I. S.; SANTANA, R. K. de O.; GOMES, L. J.; RIBEIRO, G. T.; DOS SANTOS, J. R.; COSTA, M. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007.
- VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Scientia Forestalis**, n. 62, p. 114-129, 2002.

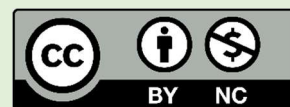
Agradecimentos: À Pró-reitoria de Graduação, por meio da Coordenação de Pesquisa, pela oportunidade de desenvolver o PIBIVOL; ao gestor do Monumento Natural do Rio São Francisco.

Contribuições dos autores: J.S.B. – conceitualização, metodologia, investigação, coleta de dados, redação (original), redação (revisão e edição); E.N.J. – metodologia, investigação, redação (original), redação (revisão e edição); M. M. F. – metodologia, investigação, redação (original), redação (revisão e edição); L. J. G. – conceitualização, metodologia, investigação, redação (original), redação (revisão e edição); supervisão. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamentos: Este estudo foi apoiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão de Sergipe (FAPESE).

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente ou ao segundo autor.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



Copyright: © 2025 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).