



AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DE JARAGUÁ, GO

Clarice Oliveira da Silva

Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Estadual de Goiás, Formosa, Brasil

clariceoliveirass76@gmail.com

José Carlos de Souza

Docente da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil

jose.souza@ueg.br

Patrick Thomaz de Aquino Martins

Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Estadual de Goiás, Formosa, Brasil

patrick.tdam@gmail.com

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura da paisagem, nos anos de 2000 e 2022, no entorno do Parque Estadual da Serra de Jaraguá (PESJ), unidade de conservação localizada no estado de Goiás. Utilizando uma metodologia que envolveu a análise de dados espaciais em um sistema de informações geográficas, foi gerado um buffer de 10 km no entorno do PESJ e identificadas as classes de uso e cobertura do solo presentes neste. As classes foram quantificadas e agrupadas em três categorias (cerrado, antrópico e água), sendo realizada ainda uma análise dos fragmentos de cerrado. Os resultados mostraram, para ambos os anos, que a maior parte da área é ocupada pela categoria antrópico, sobretudo pastagem, a qual constitui uma parcela quase contínua em todos os espaços da área de estudo. Foi identificado um acréscimo na área ocupada pelo cerrado, em cerca de 4%. Nos dois anos analisados, esta classe se concentrava majoritariamente nos espaços situados do extremo leste ao extremo norte da área de estudo. Foi observada a redução da quantidade de grandes fragmentos e aumento da participação de pequenos fragmentos de cerrado. A classe água, mesmo pouco abundante e com distribuição difusa ao longo do buffer, passou por uma redução de aproximadamente 15% no intervalo de tempo analisado. Estes dados evidenciam um panorama preocupante, o qual pode impactar negativamente na manutenção dos processos ecológicos essenciais e no estabelecimento de um ambiente saudável às espécies que dele dependem.

Palavras-chave: Unidade de conservação; Análise espaço-temporal; Zona de amortecimento; Cerrado; Métricas de paisagem.

EVALUATION OF THE LANDSCAPE STRUCTURE IN THE SURROUNDINGS OF THE SERRA DE JARAGUÁ STATE PARK, GO

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the landscape structure in the years 2000 and 2022 in the surroundings of the Serra de Jaraguá State Park (PESJ), a conservation unit located in the state of Goiás. Using a methodology that involved the analysis of spatial data in a geographic information system, a 10 km buffer was generated around the PESJ and the land use and land cover classes present in it were identified. The classes were quantified and grouped into three categories (cerrado, anthropic and water). A analysis of the cerrado fragments was also performed. The results showed, for both years, that most of the area is occupied by the anthropic category, mainly pasture, which constitutes an almost continuous portion in all areas of the study area. An increase in the area occupied by cerrado was identified, by about 4%. In the two years analyzed, this class was mostly concentrated in the areas located from the far east to the far north of the study area. A reduction in the number of large fragments and an increase in the participation of small fragments of cerrado was observed. The water class, even with little participation and diffuse distribution throughout the buffer, experienced a reduction of

approximately 15% in the analyzed time interval. These data highlight a worrying scenario, which can negatively impact the maintenance of essential ecological processes and the establishment of a healthy environment for the species that depend on it.

Keywords: Conservation unit; Spatiotemporal analysis; Buffer zone; Cerrado; Landscape metrics.

INTRODUÇÃO

O uso da terra tem transformado uma proporção significativa das paisagens naturais da superfície terrestre, causando uma série de problemas ambientais que vão da escala local a global. São exemplos a contaminação dos recursos hídricos, com nutrientes e produtos químicos agrícolas ou industriais; a aceleração dos processos de erosão dos solos; as reduções da disponibilidade de água doce e de recursos florestais; as alterações nas condições climáticas, com impacto na qualidade do ar; e o aumento das doenças infecciosas (FOLEY et al., 2005; PEREIRA et al., 2012; KENNEL et al., 2015). Essas transformações têm impactado negativamente a capacidade dos ecossistemas globais de sustentar a produção de alimentos e os processos ecológicos e ecossistêmicos.

O Brasil abriga a maior biodiversidade do planeta, com mais de 116.000 espécies animais e mais de 46.000 espécies vegetais, muitas das quais são endêmicas, além de possuir inúmeras espécies de plantas de importância econômica mundial (MMA, 2024). Dentre os biomas que compõem o território brasileiro, o Cerrado se destaca, tanto por sua representatividade espacial, pois constitui o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 1.983.017 km² (cerca de 23,3% do território brasileiro) distribuída por todas as regiões do país (IBGE, 2019) quanto por sua rica biodiversidade, uma vez que é considerada a região de savana tropical com a maior biodiversidade do mundo, com cerca de 12.000 espécies nativas catalogadas (KLINK e MACHADO, 2005). Para além destes aspectos, o cerrado desempenha um papel crucial na sustentabilidade socioeconômica, pois diversas comunidades tradicionais dependem de seus recursos naturais para sua sobrevivência, abrangendo desde grupos indígenas e quilombolas até pequenos agricultores e proprietários rurais.

Apesar de sua riqueza natural, o Cerrado vem enfrentando um intenso processo de conversão de áreas naturais em antrópicas, sobretudo pela expansão das atividades agropecuárias (SAWYER et al., 2017), resultando em paisagens altamente fragmentadas (MMA, 2011). Estudos apontam que quase metade do território do Cerrado foi convertido para outros fins, principalmente pastagens plantadas e agricultura (SOUZA et al., 2020). A riqueza biológica do Cerrado e as ameaças que enfrenta elevaram este domínio de natureza à categoria de *hotspot* (OLIVEIRA et al., 2008), áreas vitais para a conservação da biodiversidade, devido à alta concentração de espécies únicas e à necessidade de proteção contra ameaças ambientais (MYERS et al., 2000).

Apesar desta conjuntura, apenas 11.140.219 ha do Cerrado, equivalente a 8,37% de sua área, são legalmente protegidas em unidades de conservação (UC), sendo 2,85% enquadradas no grupo de proteção integral (MMA, 2023), isto é, UC mais restritivas em termos de alterações causadas por interferência humana (BRASIL, 2000). Este percentual justifica o enquadramento do cerrado como um dos *hotspot*, dentre as 36 áreas no mundo classificadas como tal (CI, 2024), com menor porcentagem de área sobre proteção integral (MMA, 2020).

Uma área protegida é um espaço oficialmente definido por meio legal, com o objetivo de preservar a natureza a longo prazo, incluindo seus serviços ecológicos e valores culturais (DUDLEY, 2008). As UC representam um tipo especial de área protegida, ou seja, espaços territoriais com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público, com objetivos de conservação e de limites definidos (BRASIL, 2000).

Para potencializar os benefícios providos pelas unidades de conservação, é necessário o estabelecimento de uma zona de amortecimento, que se refere às áreas circundantes a estas áreas protegidas, destinadas a salvaguardá-las contra impactos externos (VITALLI et al., 2009). Esta delimitação territorial é um componente essencial do plano de manejo e deve ser elaborado

no momento da criação da UC ou dentro de cinco anos após esse evento (BRASIL, 2000). Os critérios para sua delimitação são amplos e podem impactar muito os diferentes usos da terra e, conseqüentemente, a preservação da natureza e seus recursos nas UC (MOREIRA, 2015).

Apesar da existência de regulamentação para a implantação das zonas de amortecimento, cerca de 80,32% das unidades de conservação do Cerrado não possuem um plano de manejo (MMA, 2023). Segundo Moreira (2015), a eficácia dessas zonas tem sido comprometida devido à ausência de implementação e à falta de uma definição mais precisa de seus limites, o que tem afetado negativamente sua função primordial.

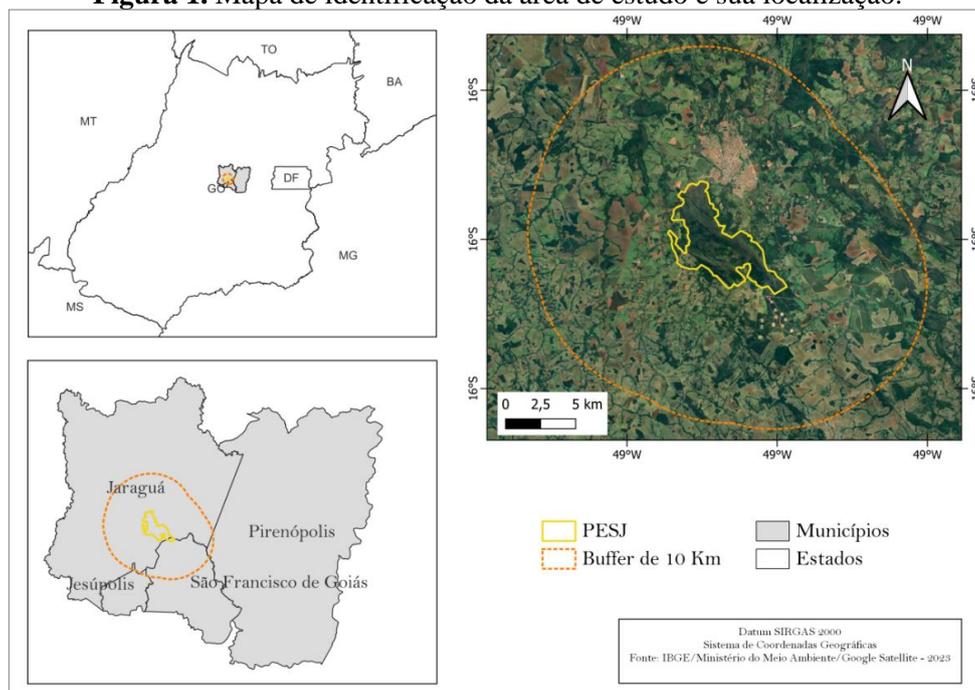
O Parque Estadual da Serra de Jaraguá (PESJ) está inserido neste contexto. Localizado no Cerrado do estado de Goiás, esta UC não dispõe de plano de manejo e, portanto, não tem normatizada a sua zona de amortecimento. Esta condição sinaliza que sua área circundante está sujeita a intensa ocupação humana e passível de todo tipo de impacto que possa ser gerado por esta ocupação, representando uma séria ameaça aos recursos naturais do interior do parque.

De acordo com Walz (2011), para a gestão de áreas protegidas devem ser considerados, no entorno desta, fatores como tipos e intensidades de uso da terra ou alterações na paisagem. Tendo em vista que os tipos de uso da terra, juntamente com a cobertura vegetal, podem ser apontados como elementos que constituem a estrutura da paisagem (LEITÃO et al., 2006), o objetivo do presente trabalho foi avaliar a estrutura da paisagem que circunda o Parque Estadual da Serra de Jaraguá em 2000, ano em que se instituiu a obrigatoriedade do plano de manejo (BRASIL, 2000), e em 2022, ano imediatamente anterior ao início deste estudo.

METODOLOGIA

O PESJ está localizado nos municípios de Jaraguá e São Francisco de Goiás (Figura 1). Este Parque foi criado pela Lei Estadual nº 13.247, de 13 de janeiro de 1998, delimitado territorialmente pelo Decreto nº 7.604, de 19 de abril de 2012, possui uma área de 2.828,6613 hectares e tem como objetivo proteger as belezas naturais, as nascentes, as paisagens locais e os sítios arqueológicos presentes na região (SEMAD, 2024).

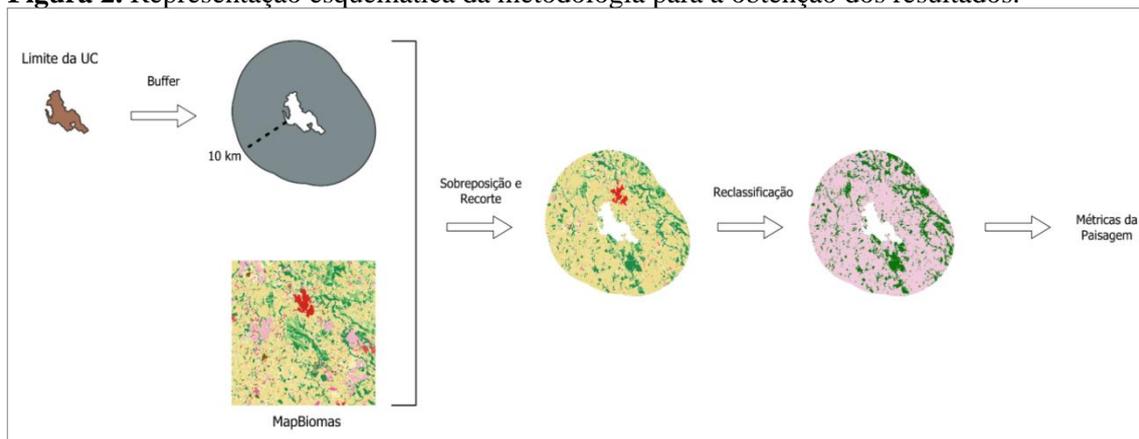
Figura 1. Mapa de identificação da área de estudo e sua localização.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Para avaliar a estrutura da paisagem no entorno do PESJ, inicialmente foram obtidos os dados espaciais correspondentes aos polígonos das unidades de conservação do Brasil, disponíveis na página de *download* de dados geográficos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2024). A partir destes dados, foi feita a identificação e extração do limite territorial do PESJ. Com base no limite, foi gerado um *buffer* com raio de 10 km, o qual foi utilizado como máscara à obtenção das classes de uso e cobertura da terra presentes no *buffer* (Figura 2) nos anos de 2000 e 2022. As classes, produzidas no âmbito do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS, 2023) foram baixadas, para ambos os anos, por meio da plataforma de análise geoespacial Google Earth Engine (GORELICK et al., 2017).

Figura 2. Representação esquemática da metodologia para a obtenção dos resultados.



Fonte: autores (2024).

As classes presentes no *buffer* foram quantificadas (área total e porcentagem) e reclassificadas, tanto espacialmente quanto quantitativamente, em três categorias distintas: antrópico, que abrange qualquer tipo de uso e cobertura do solo resultante da ação humana, ou seja, pastagens, áreas urbanas, silvicultura, cana-de-açúcar, mosaico de usos, outras áreas não vegetadas, mineração, soja e outras lavouras temporárias; cerrado, compostas pelas áreas florestais, campos, formação savânica e afloramento rochoso; e água, representando os corpos d'água, lagos e rios. À categoria cerrado também foi realizada uma análise dos fragmentos, os classificando em três conjuntos (pequeno, médio e grande), categorização realizada utilizando o modo de quebra natural de Jenks (JENKS, 1967), e calculando-se o seu tamanho médio.

Essas técnicas de análise da paisagem são denominadas de métricas de paisagem. As métricas são modelos de análise matemática e espacial de manchas (fragmentos), voltadas para a avaliação das condições ambientais e ecológicas destas em relação a matriz circundante (WU e HOBBS, 2007; LANG e BLASCHKE, 2009). Todos os procedimentos relacionados ao processamento de dados espaciais e aplicação das métricas foram realizados no *software* QGIS 3.28.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extensão espacial que compreende o *buffer* do entorno do Parque Estadual da Serra de Jaraguá é de 58.094,1 hectares. Além de Jaraguá e São Francisco de Goiás, o *buffer* abrange também uma pequena parte dos municípios de Pirenópolis e Jesúpolis (Fig. 1), ambos no estado de Goiás. Da área total do *buffer*, a maior parte é ocupada pela categoria antrópico. No ano de 2000 esta categoria abrangia 46.957,14 ha, equivalente a 80,83% da área total estudada. Já o cerrado ocupava, neste mesmo ano, uma área de 10.941,3 ha, representando 18,83%. A categoria água se encontrava em 195,66 ha, totalizando 0,34% do entorno do parque.

O cenário se altera sutilmente ao observarmos o ano de 2022. Neste, a presença antrópica continua significativa, com uma extensão de 46.556,28 ha, isto é, 80,14% da área de estudo, evidenciando, apesar da redução, a continuidade da influência humana nas adjacências do PESJ. A categoria cerrado, por sua vez, teve um leve aumento, passando a abarcar cerca de 11.371,95 ha, ou 19,58%, do território analisado. A água reduziu 0,4%, compondo apenas 165,87 ha na região. Os dados quantitativos dos dois períodos de análise, por categoria, estão apresentados na Tabela 1.

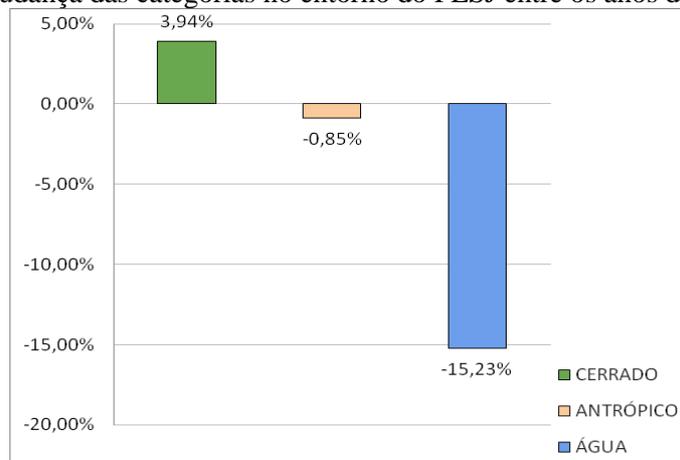
Tabela 1. Uso do solo no entorno do Parque Estadual Serra de Jaraguá nos anos de 2000 e 2022.

Categorias	2000		2022	
	Área		Área	
Cerrado	10.941,30 ha	18,83%	11.371,95 ha	19,58%
Antrópico	46.957,14 ha	80,83%	46.556,28 ha	80,14%
Água	195,66 ha	0,34%	165,87 ha	0,29%

Fonte: autores (2024).

Entre os anos de 2000 e 2022 houve, portanto, um aumento de 430,65 ha na cobertura vegetal natural do Cerrado e uma diminuição de 400,86 ha nas áreas antrópicas. No mesmo período, os corpos d'água experimentaram uma redução de 29,79 hectares. Em termos percentuais, houve um acréscimo de cerrado em 3,94%, enquanto que as áreas antropizadas diminuíram em 0,85%, ao passo que a retração dos corpos d'água corresponderam a 15,23% (Figura 3).

Figura 3. Mudança das categorias no entorno do PESJ entre os anos de 2000 e 2022.



Fonte: autores (2024).

Dentre as classes de uso antrópico, a pastagem foi notadamente a mais significativa, ocupando, em 2000, uma área de 36.432,63 ha. Embora tenha sido reduzida no ano de 2022, a pastagem ainda dominava a paisagem, estando presente em uma extensão de cerca de 27.584,55 ha. Neste segundo ano houve o surgimento, em termos de participação relevante na ocupação do espaço, de outra classe antrópica, o cultivo de soja, o qual passou a estar presente em aproximadamente 3.429,72 ha e representar a segunda maior participação da classe antrópica na área de estudo.

Considerando que os setores agropecuários, assim como a maioria das atividades do ramo do agronegócio, são geradores de resíduos e potencialmente produtores de impactos ambientais (GALHARTE, 2007), podendo ser, inclusive, o de maior impacto ambiental, quando comparado a outras atividades (CUNHA e GUERRA, 2009), a permanência da presença antrópica ao redor do parque ao longo do tempo indica uma pressão contínua sobre o ambiente natural deste espaço protegido.

O surgimento da soja no entorno do Parque no último ano de análise também sugere uma situação pouco desejável em termos de conservação, pois o aumento da demanda por esta *commodity*, impulsionado pelas pressões econômicas internacionais, acelera o processo de desmatamento em áreas de vegetação nativa (SONG et al., 2021). No Brasil, o avanço do agronegócio, ligado às culturas de soja, tem desempenhado um papel crucial no surgimento de conflitos rurais e na deterioração do Cerrado (SANTOS; SANTOS, 2022).

A soja é um tipo de cultura anual que requer o preparo do solo todos os anos, quando não se dá por plantio direto. Em Goiás, é muito comum o revezamento de plantio no mesmo ano, alternando soja com milho ou sorgo. Este sistema resulta no revolvimento do solo e no incremento de insumos agrícolas, que interferem de forma significativa nos ambientes naturais de Cerrado, intensificando a exposição antrópica e o efeito de borda, tais como a alteração de temperatura, a invasão de espécies exóticas, a redução e/ou extinção de habitats e a redução da biodiversidade (BLUMENFELD et al., 2016; SOUZA et al., 2023).

Mesmo com o acréscimo na área de cerrado, o quantitativo identificado no presente estudo é bem menor que o encontrado no Cerrado como um todo, o qual, como já citado, detém pouca parte do seu território protegido como unidade de conservação. De acordo com dados do Projeto MapBiomias (2023), o Cerrado possuía cerca de 55,64% de área natural remanescente no ano de 2000, passando a aproximadamente 47,89% no ano de 2022, isto é, mais que o dobro dos percentuais encontrados no entorno do PESJ (Tabela 1). Mesmo em levantamentos com estimativas mais pessimistas que o do projeto MapBiomias, como o quantitativo encontrado por Beuchle et al. (2015), que contabilizaram a presença da vegetação nativa em 49,1% do território do Cerrado, a área de cerrado presente no entorno do Parque não chega a metade deste percentual.

Estes dados evidenciam um cenário preocupante, o qual pode impactar negativamente na manutenção dos processos ecológicos essenciais a um ambiente saudável às espécies que dele dependem, o que demanda medidas de conservação e manejo sustentável que possam mitigar tal situação. Especificamente em relação à unidade de conservação, essa condição pode acarretar na redução da eficácia da preservação desta área protegida (HANSEN e ROTELLA, 2001; CASTANHEIRA et al., 2014).

Ao comparar os resultados encontrados no presente trabalho com outros realizados no mesmo contexto espacial, porém em outras UC, percebe-se o quão particular é o quadro em que o PESJ se encontra. Por exemplo, o Parque Estadual do Rio Doce, localizado na Mata Atlântica, bioma mais degradado que o Cerrado (TABARELLI et al., 2005), possui 56,97% de vegetação nativa em seu entorno (OLIVEIRA et al., 2021). Similarmente, entretanto no Cerrado, o Parque das Nascentes do Rio Taquari mantém 61,41% de cobertura de cerrado em suas adjacências (BELLÓN et al., 2020). Ou seja, em ambos os casos, as paisagens que compõem os arredores das UC possuem bem mais proporção de vegetação natural do que as encontradas no entorno do PESJ.

A presença marcante da categoria antrópico na área de estudo pode ser explicada pela configuração do uso e cobertura do solo nos municípios que a compõem. Tomando como referência os dois municípios com maior extensão dentro da área de estudo, São Francisco de Goiás e Jaraguá, os quais correspondem a cerca de 98,31% do *buffer*, tem-se que, pelo menos, três quartos do território é destinado às atividades agropecuárias, respectivamente com 86,48% e 76,85% (MAPBIOMAS, 2023).

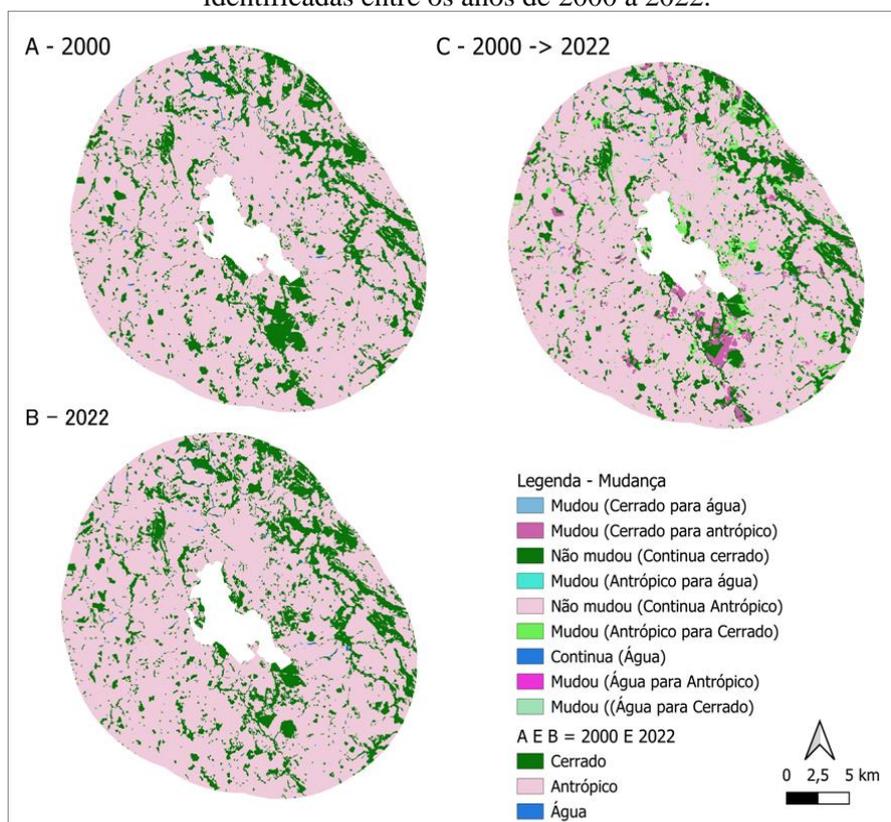
Como o percentual de cerrado no primeiro ano avaliado já era relativamente baixo, o que limita a supressão desta cobertura natural em extensas áreas, o acréscimo no segundo ano pode estar associado à incidência de outros documentos legais de proteção à vegetação natural que foram promulgados no intervalo de tempo aqui considerados, como o código florestal, que enquadra alguns espaços como Área de Preservação Permanente e demanda a destinação de 35% do imóvel situado em área de Cerrado como Reserva Legal (BRASIL, 2012). Outra interpretação possível ao aumento do cerrado está vinculada à acurácia dos dados utilizados para quantificar

as classes, que é de cerca de 76% (nível 2) para o Cerrado, com discordância de alocação e de quantidade em 13,3% e 10,6%, respectivamente (MAPBIOMAS, 2023).

Em relação à distribuição espacial das categorias, é possível notar que, no ano 2000, a categoria antrópica constitui uma parcela quase contínua que ocupa preponderantemente todos os espaços da área de estudo (Figura 4A). Esta configuração faz da categoria antrópico a matriz da paisagem aqui analisada, ou seja, o elemento mais extensivo e conectado da paisagem e, como tal, exerce um papel preponderante no funcionamento desta (SIQUEIRA et al., 2013). O padrão espacial identificado no ano de 2000 também foi notado no ano de 2022, com presença marcante nas regiões norte, sul, leste e oeste. A manutenção da configuração espacial indica a permanência significativa da influência humana na paisagem (Figura 4B).

A categoria água, em face a sua pouca participação no entorno do PESJ, estava distribuída quase que igualmente por todo o *buffer*, tanto no ano 2000 quanto em 2022 (Figura 4), com uma pequena concentração na porção norte, notadamente pela presença do Rio das Almas, importante rio do estado de Goiás e tributário do rio Tocantins. Essa distribuição fragmentada sugere uma menor presença de corpos d'água significativos e uma possível dependência de fontes hídricas menores, como riachos e nascentes, ou mesmo de origem subterrânea.

Figura 4. Distribuição espacial das categoria de uso e cobertura do solo e as mudanças identificadas entre os anos de 2000 a 2022.



Fonte: autores (2024).

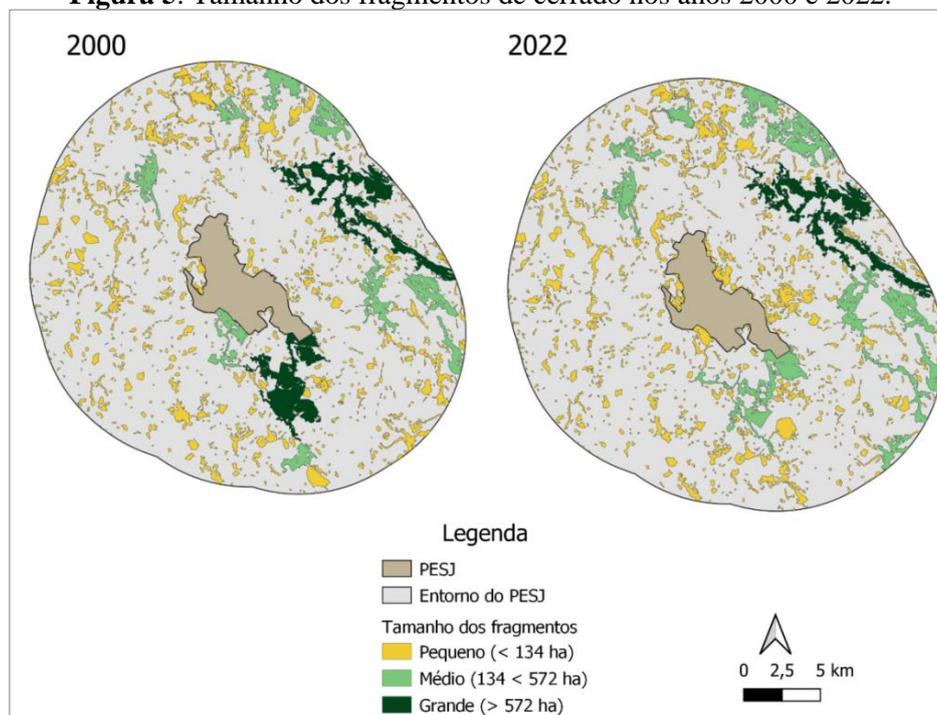
Já a categoria cerrado se concentrava, no ano 2000, majoritariamente nas áreas situadas do extremo leste ao extremo norte da área de estudo (Figura 4A), estando, esta área, entretanto, relativamente distantes da unidade de conservação. A distribuição espacial do cerrado na área não se limitou, contudo, apenas a essas regiões, visto que também está presente em uma grande mancha ao sul da unidade de conservação e em pequenos fragmentos dispersos nas demais localidades da área de estudo (Figura 4A). No ano de 2022 a categoria cerrado permanece

distribuída predominantemente na porção leste-norte da área de estudo. A presença ao sul da UC, porém, foi reduzida devido à conversão para usos antrópicos (Figura 4C).

Ao se comparar as mudanças ocorridas na paisagem do entorno do PESJ, além da substituição de parte do cerrado, anteriormente localizado no sul do *buffer*, também chama atenção os acréscimos desta categoria que ocorreram sobretudo ao longo da faixa leste da área de estudo (Figura 4C). Ou seja, nestas regiões houve a regeneração de cerrado onde antes havia um uso antropogênico.

As transformações ocorridas na paisagem alteraram a composição dos fragmentos de cerrado presentes nesta, reduzindo a quantidade de grandes fragmentos e aumentando a participação de pequenos fragmentos. No ano 2000, haviam 2 fragmentos grandes (> 572 ha), 9 médios (572 > 134 ha) e 1.361 pequenos (< 134 ha) ao redor do PESJ (Figura 5). Já em 2022, os fragmentos passaram a ser estruturados em 1 de grande extensão, 11 de tamanho médio e 1.420 pequenos (Figura 5). Este cenário de alta fragmentação da paisagem na área de estudo é reflexo do padrão de uso da terra estabelecido em Goiás, especialmente nos municípios da região centro-sul do estado, onde a matriz da paisagem são pastagens plantadas ou áreas agrícolas de ciclo curto (SOUZA et al., 2023).

Figura 5. Tamanho dos fragmentos de cerrado nos anos 2000 e 2022.



Fonte: autores (2024).

Para se ter uma ideia do impacto que a redução no quantitativo de fragmentos grandes pode ter na área de estudo, será tomada como referência a área de vida do tatu-canastra (*Priodontes maximus*), a qual tem tamanho médio estimado em 1.005 ha (SILVEIRA et al., 2009). Como todos os fragmentos grandes possuem dimensões superiores à demandada pelo tatu-canastra (1.516,51 ha e 1.199,23 ha para os fragmentos de 2000 e 1.641,97 ha para o de 2022), com a redução do número de fragmentos desta categoria entre os anos, apenas um dos fragmentos passou a contemplar a área de vida para a espécie em questão.

Ainda que pequenos fragmentos tenham sua importância, pois, mesmo que não sejam suficientes para manter as populações de espécies nativas a longo prazo, podem ser úteis para os

animais migratórios ou funcionar como corredores ecológicos, que garantem a mobilidade das espécies de fauna e flora (BARBOSA et al., 2017), o aumento deste conjunto, em 60 novos fragmentos, reforça a transformação negativa na estrutura da paisagem ao longo do tempo, mesmo com acréscimo do percentual do cerrado, pois, com o aumento da fragmentação, aumenta, por exemplo, a possibilidade de incidência do efeito de borda, com exposição da área-núcleo aos efeitos das atividades humanas em seu entorno. O efeito de borda, isto é, as transformações de padrões e processos ecológicos que ocorrem nas extremidades de um habitat (FONSECA; JONER, 2007), são apontados como a consequência mais significativa da fragmentação (ZENG e CHEN, 2000) e podem ser de três tipos: abióticos, biológicos diretos e biológicos indiretos, resultando em alterações nas condições ambientais, na abundância e distribuição das espécies e nas interações das espécies, respectivamente (MURCIA, 1995).

Outra constatação acerca da composição dos fragmentos aqui avaliados, e que corrobora a degradação em termos estruturais no entorno do PESJ, diz respeito ao tamanho médio dos fragmentos. No ano de 2000 o tamanho médio dos fragmentos de cerrado era de aproximadamente 10,18 ha. Este valor passou a 9,95 ha em 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da paisagem no entorno do Parque Estadual da Serra de Jaraguá revelou uma paisagem dominada por usos antrópicos, indicando uma pressão contínua sobre o ambiente natural do parque, há pelo menos mais de duas décadas. Apesar do percentual de cerrado ter aumentado entre os anos analisados, os resultados indicaram que há em curso um avanço das atividades agropecuárias sobre os fragmentos médios e grandes, aumentando o grau de fragmentação da paisagem, bem como o número de fragmentos pequenos.

Comparações com outras unidades de conservação sugerem que o alto percentual de uso antrópico no entorno do PESJ pode ser um caso particular, evidenciando a necessidade de medidas de conservação mais efetivas. A implementação do plano de manejo e da zona de amortecimento são opções mais óbvias para mudar este cenário no intuito de proteger a unidades de conservação contra impactos provindos das áreas circundantes.

A situação em que se encontra o entorno do PESJ pode impactar negativamente a manutenção dos processos ecológicos essenciais para um ambiente saudável e para a sobrevivência de espécies dependentes do Cerrado, contrastando com a destinação à qual o mesmo foi criado, qual seja, dentre outros, a preservação das nascentes, dos mananciais, da flora e da fauna.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, K. V. C.; KNOGGE, C.; DEVELEY, P. F.; JENKINS, C. N.; UEZU, A. Use of small Atlantic Forest fragments by birds in Southeast Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 42-46, jan. 2017.
- BELLÓN, B.; BLANCO, J.; VOS, A.; ROQUE, F.; PAYS, O.; RENAUD, P. Integrated landscape change analysis of protected areas and their surrounding landscapes: application in the Brazilian Cerrado. *Remote Sensing*, v. 12, n. 9, p. 1413, 2020.
- BEUCHLE, R.; SHIMABUKURO, E. Y.; SELEGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. E. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Applied Geography*, v. 58, p. 116-127, 2015.
- BLUMENFELD, E. C.; SANTOS, R. F.; THOMAZIELLO, S. A.; RAGAZZI, S.. Relações entre tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 4, p. 1301-1316, 2016.
- 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 12 de abril de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 10 de junho de 2024.

CASTANHEIRA, L. B.; LANDIM, P. M. B.; LOURENÇO, R. W. Variabilidade do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em áreas de reflorestamento: Floresta Estadual 'Edmundo Navarro de Andrade' (FEENA)/Rio Claro (SP). São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 3, p.449-456, 2014.

CI - Conservation International. Biodiversity Hotspots Defined. Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF). Disponível em: <<https://www.cepf.net/node/1996>>. Acesso em: 15 de novembro de 2024.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Avaliação e Perícia Ambiental. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

DUDLEY, Nigel (Ed.). Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN, 2008.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S. ; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. Global Consequences of Land. Science. v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

FONSECA, C. R.; JONER, F. Two-sided edge effect studies and the restoration of endangered ecosystems. Restoration Ecology, v. 15, n. 4, p. 613-619, 2007.

GALHARTE, C. A. Avaliação de impactos ambientais da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da inovação tecnológica da Embrapa. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – São Carlos, SP: Universidade de São Paulo. 2007.

GORELICK, N., HANCHER, M., DIXON, M., ILYUSHCHENKO, S., THAU, D., & MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment. v. 202, p. 18-27, 2017.

HANSEN, A. J.; ROTELLA, J. J. Nature reserves and land use: implications of the “place” principle. In: DALE, V. H., HAEUBER, R. A. Applying Ecological Principles to Land Management. New York: Springer, 2001. cap. 3, p. 54-72.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250000. Série Relatórios Metodológicos, v. 45. 2019.

JENKS, G. F. The Data Model Concept in Statistical Mapping. International Yearbook of Cartography, n. 7, p. 186-190. 1967.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KENNEL, E.; HUBBART, J. A.; IKEM, A. A comparison of forest and agricultural shallow groundwater chemical status a century after land use change. Science of the Total Environment, v. 529, p. 82–90, 2015.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da Paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

LEITÃO, A. B.; MILLER, J.; AHERN, J.; MCGARIGAL, K. Measuring landscapes: a planner's handbook. Washington, DC: Island Press, 2006.

MAPBIOMAS - Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil. Coleção 8.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 02 de dez. de 2023.

MMA - Ministério do Meio Ambient. O Bioma Cerrado. [2020]. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>>. Acesso em: 15 de novembro de 2024.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Biodiversidade e Biomas. [2024]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas>>. Acesso em: 23 de abril de 2024.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. Monitoramento do bioma Cerrado 2009-2010. Brasília, 2011. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2024.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. 2023. Disponível em: <<https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Download de dados geográficos. 2024. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 02 de abril de 2024.

MOREIRA, V. S. Zonas de amortecimento em unidades de conservação: normas, estudos de caso e recomendações. Dissertação (Mestrado em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia) - Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2015.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, Amsterdam, v. 10, p. 58-62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, C.; FONSECA, G.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, D. A. PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da Biodiversidade e o Hotspots cerrado. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 9, n. 26, p. 101-114, 2008. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15700>>. Acesso em: 8 de abril de 2024.

OLIVEIRA, B. R.; CARVALHO, S. M.; BARBOSA, P. M. Rio Doce State Park buffer zone: forest fragmentation and land use dynamics. *Environment, Development and Sustainability*, v. 23, n. 6, p. 8365-8376, 2021.

PEREIRA, H. M.; NAVARRO, L. M.; MARTINS, I. S. Global biodiversity change: the bad, the good, and the unknown. *Annual review of environment and resources*, v. 37, p. 25-50, 2012.

SANTOS, M. S.; SANTOS, J. S. Diagnóstico das macrotendências socioeconômicas da produção de soja e a degradação ambiental nos territórios. In: NUNES, M. S. (Org.). *Estudos em Direito Ambiental: Territorialidade, racionalidade e decolonialidade*. Campina Grande: Licuri, 2022. p. 262-280, 2022.

SAWYER, D.; MESQUITA, B.; COUTINHO, B.; ALMEIDA, F.; FIGUEIREDO, I.; ELOY, L. Perfil do Ecosistema: Hotspot de Biodiversidade do Cerrado. Brasília: SuperNova, 2017.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Parque Estadual da Serra de Jaraguá (PESJ). Portal Goiás. 2024. Disponível em: <<https://goias.gov.br/meioambiente/parque-estadual-da-serra-de-jaragua-pesj/>> Acesso em: 03 de março de 2024.

SILVEIRA, L.; JÁCOMO, A. T. A.; FURTADO, M. M.; TORRES, N. M.; SOLLMANN, R.; VYNNE, C. Ecology of the giant armadillo (*Priodontes maximus*) in the grasslands of central Brazil. *Edentata*, v. 10, p. 25-34, 2009.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. *Sociedade & Natureza*, n. 25, v. 3, p. 557-566, 2013.

SONG, X. P.; HANSEN, M. C.; POTAPOV, P.; ADUSEI, B.; PICKERING, J.; ADAMI, M.; LIMA, A.; ZALLES, V.; STEHMAN, S. V.; DI BELLA, C. M.; CONDE, M. C.; COPATI, E. J.; FERNANDES, L. B.; HERNANDEZ-SERNA, A.; JANTZ, S. M.; PICKENS, A. H.; TURUBANOVA, S.; TYUKAVINA, A. Massive soybean expansion in South America since 2000 and implications for conservation *Nature Sustainability*, v. 4 n. 9, p. 784-792, 2021.

SOUZA, J. C.; MARTINS, P. T. A.; DRUCIANKI, V. P. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. *Élisée - Revista de Geografia da UEG*, v.9, n.2, jul./dez. 2020.

SOUZA, J. C.; SILVA, J. R.; ALVES JUNIOR, L. R. Avaliação da qualidade ambiental dos fragmentos de cerrado na bacia hidrográfica do rio Vermelho em Goiás. *Revista da Anpege*, v. 19, n. 38, 2023.

TABARELLI, M.; BEDE, L. C.; SILVA, J. M. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

VITALLI, P. L.; ZAKIA, M. J. B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. 12, p. 67-82, 2009.

WALZ, U. Landscape structure, landscape metrics and biodiversity. *Living reviews in landscape research*, v. 5, n. 3, p. 1-35, 2011.

ZENG, D.; CHEN, J. Edge effects in fragmented landscapes: a generic model for delineating area or edge influences (D-AEI). *Ecological Modeling*, v. 132, p. 175-190, 2000.

WU, J.; HOBBS, R. J. *Key Topics in Landscape Ecology*. UK: Cambridge University Press, 2007.