



Universidade de Brasília
Instituto de Geociências
Ciências Ambientais

Iara Rêgo Siqueira

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA APA DA BACIA DO RIO SÃO
BARTOLOMEU PARA A CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS**

Brasília
2024

Iara Rêgo Siqueira

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA APA DA BACIA DO RIO SÃO
BARTOLOMEU PARA A CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador(a): Prof. André Faria Mendonça

Coorientador(a): Prof. Cristiane Gomes Barreto

Brasília

2024

Iara Rêgo Siqueira

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA APA DA BACIA DO RIO SÃO BARTOLOMEU
PARA A CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS NATURAIS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto de Geociências
da Universidade de Brasília como requisito
parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Data da aprovação: / /

André Faria Mendonça — Orientador
Doutor em Zoologia
Professor do Departamento de Ecologia (UnB)

Cristiane Gomes Barreto — Coorientador
Doutora em Desenvolvimento Sustentável
Professora do Centro de Desenvolvimento Sustentável (UnB)

Uidemar Moraes Barral — Membro da Banca
Doutor em Produção Vegetal
Professor do Instituto de Geociências (UnB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus orientadores e professores que tanto admiro, André Mendonça e Cristiane Barreto, por me guiarem nesse processo tão desafiador. Agradeço ao meu pai, Jaime Siqueira, também professor universitário, que se fez disponível sempre e me ajudou muito a me organizar durante as etapas do trabalho, e à minha mãe, Luna Carvalho, que diariamente facilitou minha rotina em casa para que eu conseguisse cumprir as demandas profissionais e acadêmicas.

Sou muito grata ao meu namorado, Vinícius Sales, que foi quem me ajudou de perto nos melhores e piores momentos, sempre com muita paciência e carinho da escolha do tema à formatação final do trabalho, o que foi essencial para a conclusão deste trabalho. Também agradeço muito à minha terapeuta, Christiane Theiss, que, além do apoio, me ajudou muito a passar por todos os desafios emocionais, não só durante a elaboração deste trabalho, como durante todo o curso.

Agradeço ainda ao meu chefe, Luciano de Alencar, que me encorajou e foi muito compreensivo nos momentos de dificuldade com o TCC. Por fim, agradeço profundamente meus amigos, em especial, Isabela Chaves, Laura Trindade, Mariana Freitas e William Bach, que também foram pessoas que me auxiliaram de diversas maneiras por toda a elaboração, acompanhando os altos e baixos, sempre com conselhos valiosos.

A todos, meus sinceros agradecimentos por todo o apoio nesse momento tão importante para mim.

RESUMO

Dentre as consequências da expansão e intensificação das atividades antrópicas, a perda e fragmentação de ecossistemas naturais é a principal ameaça à biodiversidade e às funções ecossistêmicas. Uma das estratégias para a conservação da biodiversidade é a implementação de unidades de conservação, das quais a categoria que se destaca pela baixa restrição e alta representatividade de cobertura, é a Área de Preservação Ambiental. O Distrito Federal é amplamente coberto por unidades de conservação, em especial por APAs, porém, é cenário de crescimento urbano e agrícola, o que levou à intensa perda de sua vegetação natural. A área de estudo deste trabalho é a APA da Bacia do Rio São Bartolomeu, a primeira e a de maior extensão no DF. Com isso, os objetivos deste trabalho são: descrever a dinâmica espaço-temporal, de 2000 a 2022, da paisagem da APA, identificar as regiões que passaram por mais alterações no uso e cobertura do solo. Por meio do processamento de imagens de uso e cobertura do solo, foram geradas métricas de paisagem para a análise espaço-temporal da APA. Com isso foi possível inferir que a ocupação antrópica apresentou alterações espaciais heterogêneas, tendo predominância na expansão urbana e rural nas porções oeste e leste, respectivamente, em detrimento das formações naturais, que teve um padrão de redução de área ao longo dos anos. Entretanto, em 2022, os fragmentos pequenos foram perdidos e os maiores formaram conexões, o que mostra que o zoneamento implementado em 2014 teve um impacto positivo no fator de conectividade das formações naturais, inclusive aumentando as áreas de restrição ambiental. Se faz necessária a análise da paisagem da APA depois de mais tempo de vigência do atual zoneamento, para entender se as restrições impostas pela unidade de conservação agem como uma barreira efetiva contra os danos causados pelas transformações antrópicas sob os ecossistemas naturais.

Palavras-chave: Unidade de conservação. Fragmentação. Uso e cobertura do solo. Métricas de paisagem. Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

The expansion and intensification of anthropogenic activities have led to loss and fragmentation of natural ecosystems, posing a major threat to biodiversity and ecosystem functions. One key strategy for biodiversity conservation is the establishment of conservation units, with the Environmental Protection Area (APA) standing out due to its low restriction and high coverage representativeness. The Distrito Federal, extensively covered by conservation units, particularly APAs, faces considerable urban and agricultural growth, resulting in substantial loss of its natural vegetation. This study focuses on the APA da Bacia do rio São Bartolomeu, the first and largest APA in the Distrito Federal. The objectives of this research are to describe the spatiotemporal dynamics of the APA's landscape from 2000 to 2022, identify regions with the most significant land use changes, and assess the APA's effectiveness in environmental conservation. By processing land use and land cover images, landscape metrics were generated for spatiotemporal analysis. The findings indicate heterogeneous spatial changes in anthropogenic occupation, with predominant urban expansion in the western portion and rural expansion in the eastern portion, leading to a reduction in natural formations over the years. However, by 2022, smaller fragments were lost while larger ones formed connections, reflecting a positive impact of the 2014 rezoning on the connectivity of natural formations, including an increase in restricted environmental areas. Further landscape analysis of the APA is needed after more time under the current zoning to determine whether the conservation unit's restrictions effectively mitigate the impacts of anthropogenic transformations on natural ecosystems.

Keywords: Conservation unit. Fragmentation. Land use and land cover. Landscape metrics. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação e localização da APA da Bacia do rio São Bartolomeu – DF.	16
Figura 2 - Representação do rezonamento de 1996 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.....	17
Figura 3 - Mapa do rezonamento de 2014 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.....	18
Figura 4 - Fluxograma do processamento das imagens de uso e cobertura do solo do MapBiomias.	21
Figura 5 - Gráfico da mudança na ocupação das classes de uso e cobertura do solo na APA BRBSB entre os anos 2000, 2014 e 2022.....	31
Figura 6 - Gráfico da área de ocupação das principais classes de uso e cobertura do solo na APA BRBSB nos anos 2000, 2014 e 2022.....	31
Figura 7 - Classificação agrupada do uso e cobertura do solo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu de 2000, 2014 e 2022.	33
Figura 8 - Regiões das principais mudanças no uso e cobertura do solo de 2000 a 2022 (linhas pretas) da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu. As setas vermelhas (área urbana), amarelas (área rural) e verdes (vegetação natural) representam o sentido de alteração da cobertura.	34
Figura 9 - Classificação de uso e cobertura do solo nas zonas de conservação e preservação da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu em 2022.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Legenda de classes da base de dados da Coleção 8 de imagens de uso e cobertura do solo do MapBiomas.....	22
Tabela 2 - Valores e legenda utilizados para a reclassificação e estilização dos grupos de uso e cobertura do solo das camadas raster.....	23
Tabela 3 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2000.....	26
Tabela 4 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2014.....	28
Tabela 5 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2022.....	29
Tabela 6 - Métricas de paisagem da classe de formação natural nos anos 2000, 2014 e 2022 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Preservação Ambiental

APA BR SB - Área de Preservação Ambiental Bacia do Rio São Bartolomeu

APM - Área de Proteção de Mananciais

CBH Paranaíba-DF - Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes do rio Paranaíba no Distrito Federal

Codeplan - Companhia de Planejamento do Distrito Federal

DF - Distrito Federal

GDF - Governo do Distrito Federal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Ibram - Instituto Brasília Ambiental

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

LecoS - Landscape Ecology Statistics

MMA - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

PADDD - Protected Areas Downsizing, Downgrading and Degazetting

QGIS - Quantum Geographic Information System

RA - Região Administrativa

SEDUH - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

SISDIA - Sistema Distrital de Informações Ambientais

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SUCON – Superintendência de Unidades de Conservação, Biodiversidade e Água

UC - Unidade de Conservação

UnB - Universidade de Brasília

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ZCVS - Zona de Conservação da Vida Silvestre

ZOEIA - Zona de Ocupação Especial de Interesse Ambiental

ZOEQ - Zona de Ocupação Especial de Qualificação

ZPR - Zona de Proteção dos Reservatórios

ZPVS - Zona de Preservação da Vida Silvestre

ZUA 1 - Zona de Uso Agropecuário 1

ZUA 2 - Zona de Uso Agropecuário 2

ZUE 1 - Zona de Uso Especial 1

ZUE 2 - Zona de Uso Especial 2

ZUI 1 - Zona de Uso Intensivo 1

ZUI 2 - Zona de Uso Intensivo 2

ZUR - Zona de Uso Restrito

ZVS - Zona de Vida Silvestre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1.	Conservação no Brasil	12
3.2.	Áreas de Proteção Ambiental	13
3.3.	Mudanças do uso e cobertura do solo do Cerrado no Distrito Federal	14
3.4.	Área de estudo	15
3.5.	Ferramentas para análise espacial da mudança do uso e cobertura do solo 20	
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1.	Métricas de paisagem	26
5.2.	Dinâmica da paisagem	30
5.3.	Dinâmica temporal das formações naturais na paisagem	35
5.4.	Função da APA na conservação dos ecossistemas naturais	37
6	CONCLUSÃO	42
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
	APÊNDICE A – VALORES E LEGENDA UTILIZADOS PARA A RECLASSIFICAÇÃO E ESTILIZAÇÃO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO DAS CAMADAS RASTER DO MAPBIOMAS.	52
	APÊNDICE B – CLASSIFICAÇÃO DETALHADA DE USO E COBERTURA DO SOLO DA APA BRSB DE 2000, 2014 E 2022.	53

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana vem demandado cada vez mais espaço e recursos que levam a transformações do uso e cobertura do solo pela expansão urbana e das atividades agropecuárias. Cerca de 50% da superfície do planeta já foi modificada pela ação antrópica, pressionando os ecossistemas naturais (Hooke *et al*, 2012).

Essas transformações do uso e cobertura do solo, ao longo do tempo, causam diversos danos aos ecossistemas naturais, como a perda e fragmentação de habitats, diminuição da biodiversidade e outros vários impactos aos fatores bióticos e abióticos (Klink; Machado, 2005; Oliveira *et al*, 2015; Pereira; Cestaro, 2016; Seoane *et al*, 2010), inclusive, representando cerca de 20% das emissões antrópicas de CO² no mundo (Vitousek *et al*, 2008) e 48% das emissões no Brasil em 2022 (SEEG, 2023).

Dentre as consequências da expansão e intensificação das atividades antrópicas, a perda e fragmentação de ecossistemas naturais é a principal ameaça à biodiversidade e às funções ecossistêmicas (Tabarelli; Gascon, 2005) devido ao isolamento de populações, aumento do risco de extinção local de espécies nativas que podem levar à mudanças na composição e interações entre as espécies nas comunidades e, conseqüentemente, no funcionamento dos ecossistemas (Vitousek *et al*, 2008; Muchailh *et al*, 2010).

Nesse sentido, uma das estratégias para a conservação da biodiversidade é a implementação de unidades de conservação (UCs), que visa a proteção de ecossistemas naturais. As UCs promovem também o estabelecimento de corredores ecológicos, uma ferramenta relevante para promover a conectividade de áreas protegidas (Pereira; Cestaro, 2016). Dentre as UCs, uma categoria que se destaca pelo diferencial e representatividade de cobertura, é a Área de Preservação Ambiental (APA). Apesar disso, as APAs são as UCs menos restritivas, permitindo o uso direto de recursos naturais e presença de propriedades privadas, além do grau elevado de ocupação humana (Magalhães, 2017).

O Cerrado está entre as 36 *hotspots*, regiões com maior biodiversidade e, concomitantemente, mais ameaçados, do mundo em relação a espécies vegetais (Hoffman *et al*, 2016), contudo, somente 8,21% do bioma é legalmente protegido por

unidades de conservação (ICMBio, [s.d.]). Sendo o segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado é a savana tropical mais ameaçada do mundo devido a expansão das atividades antrópicas (Strassburg *et al*, 2017), com mais da metade de sua área total já alterada (Klink; Machado, 2005), principalmente pelo uso agropecuário, pastagens, monoculturas, entre outros (Oliveira *et al*, 2015).

O Distrito Federal (DF), que se encontra no centro do Cerrado, está em constante crescimento urbano e agrícola (Corrêa *et al*, 2006) e perdeu 74% da sua cobertura original de 1954 a 2001 (Unesco, 2002). Entretanto, mais de 90% do território constitui áreas protegidas por unidades de conservação, na sua maioria, da categoria de uso sustentável (Codeplan, 2020), sendo mais de 80% dessa área representada por APAs (MMA, 2024).

A proteção ambiental é atribuída legalmente ao território do DF, porém seus remanescentes naturais estão ameaçados devido à expansão urbana e agrícola. À medida que a ocupação antrópica no DF segue em crescimento, especialmente de forma espalhada, as áreas úmidas, de proteção de mananciais, de recarga de aquíferos e de vegetação nativa, perdem espaço (Jacob; Drummond; Barreto, 2021).

Entender a efetividade da categoria de UCs mais representativa no DF para conservação das áreas naturais se faz necessário, pois estão sob pressão da expansão urbana e agropecuária. A área de estudo deste trabalho é a APA da Bacia do Rio São Bartolomeu, criada em 1983. Esta APA é a primeira e a de maior extensão dentre as 5 existentes (APA da Bacia do Rio São Bartolomeu, APA da Bacia do Rio Descoberto, APA das bacias do Gama e Cabeça de Veado, APA de Cafuringa e APA do Lago Paranoá), além de estar em uma área de segurança hídrica para o DF. Ademais, devido à sua localização ao leste do DF, sofre pressão da expansão urbana habitacional, com a implementação crescente de condomínios na região, além da expansão agropecuária.

2 OBJETIVOS

Dada a relevância do papel regional da APA da Bacia do rio São Bartolomeu e o contexto da pressão antrópica sobre seus remanescentes de ecossistemas naturais, os objetivos deste trabalho foram: descrever a dinâmica espaço temporal, de 2000 a

2022, da paisagem da APA e identificar as regiões que passaram por mais alterações no uso e cobertura do solo ao longo do período analisado.

Devido à pressão antrópica sob os ecossistemas naturais da unidade de conservação, a hipótese do trabalho foi que, com o aumento da ocupação urbana e rural ao longo dos anos, houve perda das formações naturais na APA da Bacia do rio São Bartolomeu.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A perda e a fragmentação de habitats naturais consistem na redução da área dos ecossistemas naturais, podendo resultar na formação de fragmentos isolados do ambiente original com tamanhos e formas diferentes (Pereira; Cestaro, 2016). Esse processo tem por consequência direta, a perda de conectividade que é a capacidade das populações de se deslocarem entre elementos de uma paisagem. Sendo isso um prejuízo considerável à biodiversidade, a viabilização da conectividade representa uma forma de mitigar os efeitos advindos de habitats fragmentados (Seoane *et al*, 2010; e Muchailn *et al*, 2010).

A fragmentação também intensifica o efeito de borda, conjunto de condições ambientais, como temperatura, umidade e luz, diferentes entre o centro e o limite de um fragmento, que desfavorece a sobrevivência de determinadas espécies por toda a área do fragmento. Portanto, o aumento das áreas de borda em adição à diminuição das áreas núcleo (*core*) dos fragmentos pode resultar na extinção local de certas espécies (Primack; Rodrigues, 2001).

3.1. Conservação no Brasil

Em 1934, o Código Florestal instituiu o marco legal dos parques nacionais, dos quais o primeiro foi criado em 1937. Em 1970, 0,36% do território brasileiro era compreendido por parques e florestas nacionais (Rylands; Brandon, 2005), e atualmente cerca de 19% da área continental do país é composta de unidades de conservação, de acordo com o Painel de Unidades de Conservação Brasileiras (MMA [s.d.]).

Como uma das principais estratégias conservacionistas no país, as unidades de conservação são espaços delimitados, com características naturais relevantes, instituídos pelo poder público, que têm como objetivo proteger e conservar os ecossistemas naturais remanescentes, garantindo a minimização dos danos à biodiversidade e suas consequências (Brasil, 2000; Saito et al, 2016).

A atual norma em relação às unidades de conservação é o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), estabelecido pela Lei nº 9.985, de 2000. A norma define dois grupos de UC, as de proteção integral, onde se admite somente o uso indireto dos recursos naturais, e as de uso sustentável, aquelas que admitem a ocupação territorial, extração ou manejo de alguns recursos, ambas prezando pela proteção dos ecossistemas. Dentre as unidades de uso sustentável, listam-se as seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e Reserva Particular do Patrimônio Natural (Brasil, 2000).

No Cerrado, em específico, cerca de 8% da sua área original (2.116.000 km²) é protegida por UCs e Terras Indígenas (Klink; Machado, 2005). Por volta de 66% das UCs são de uso sustentável, das quais 20% são APAs, sendo essa a categoria com maior área de cobertura no bioma (MMA, 2024). Em contrapartida, o principal uso do solo no Cerrado, ocupando mais da metade de sua área, corresponde a atividades agropecuárias. Nesse contexto, as propriedades rurais no Cerrado devem ter 20% de Reserva Legal, segundo o Código Florestal, sendo três vezes menor que na Amazônia (Klink; Machado, 2005).

3.2. Áreas de Proteção Ambiental

De acordo com o SNUC, as Áreas de Proteção Ambiental são definidas como regiões importantes para a qualidade de vida humana, com os objetivos principais de normatizar a ocupação e garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a biodiversidade, sendo equivalentes à categoria V de áreas protegidas, conforme classificado pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) (Moraes, 2011).

Dentre categorias do SNUC, as APAs permitem a ocupação e atividades antrópicas sem muitas restrições, o que as fazem menos conflituosas, contudo, mais complexas para serem criadas (Moraes, 2011). Isso leva à necessidade de uma gestão competente e instrumentos de planejamento adequados para a devida efetividade dessas UCs, as quais acabam se aproximando mais de ferramentas de ordenamento territorial que as demais categorias (Rylands; Brandon, 2005).

Assim como no restante do país, as UCs mais representativas em área no DF são as APAs, das quais a primeira, a APA da Bacia do rio São Bartolomeu, foi instituída em 1983. Até os anos 90, as demais quatro APAs do DF foram criadas (Brasília Ambiental, 2022).

3.3. Mudanças do uso e cobertura do solo do Cerrado no Distrito Federal

Apesar da ampla cobertura de áreas protegidas, antes mesmo da criação das primeiras unidades de conservação no DF, a construção de Brasília e o desenvolvimento das técnicas agrícolas impulsionaram o crescimento populacional, que levou às mudanças do uso e cobertura do solo (Codeplan, 2020). A crescente busca por melhores condições de vida provocou a formação de adensamentos populacionais que, sem o devido ordenamento e fiscalização, implicaram em ocupações e loteamentos irregulares, além da degradação dos remanescentes naturais (Fontoura, 2013; Roig *et al*, 2009).

Desde a inauguração, o DF segue em crescimento urbano médio de aproximadamente 11,43 km² por ano, sem apresentar tendências de estabilização. Com o crescimento populacional de cerca de mais de 6 vezes a quantidade de habitantes prevista para o DF, a unidade federativa possui mais de 30 regiões administrativas com problemas de grandes metrópoles, como a ocupação desordenada, problemas de mobilidade e fragmentação de áreas naturais, por exemplo (Chelotti; Sano, 2021).

Em poucos anos, com a ocupação e urbanização de forma espalhada, foram formados diversos centros urbanos que, juntamente à expansão agrícola, transformaram a cobertura original, causando a fragmentação dos habitats naturais (Corrêa *et al*, 2006; Jacob; Drummond; Barreto, 2021). A modificação ocorreu de

forma que, entre 1954 e 2000, as áreas urbanas e agrícolas avançaram de 0,02% para 7,39% e 47,56%, respectivamente, enquanto a soma das fitofisionomias (mata, cerrado e campo) diminuíram de 99,9% para 42,2% do território (Unesco, 2002).

Parte da cobertura de vegetação do Cerrado que está em áreas protegidas, por conta das pressões causadas pelas atividades antrópicas cercanias, sofrem também com invasões e ocupações irregulares, incêndios, desmatamento ilegal, disposição de resíduos sólidos, entre outros (Codeplan, 2020).

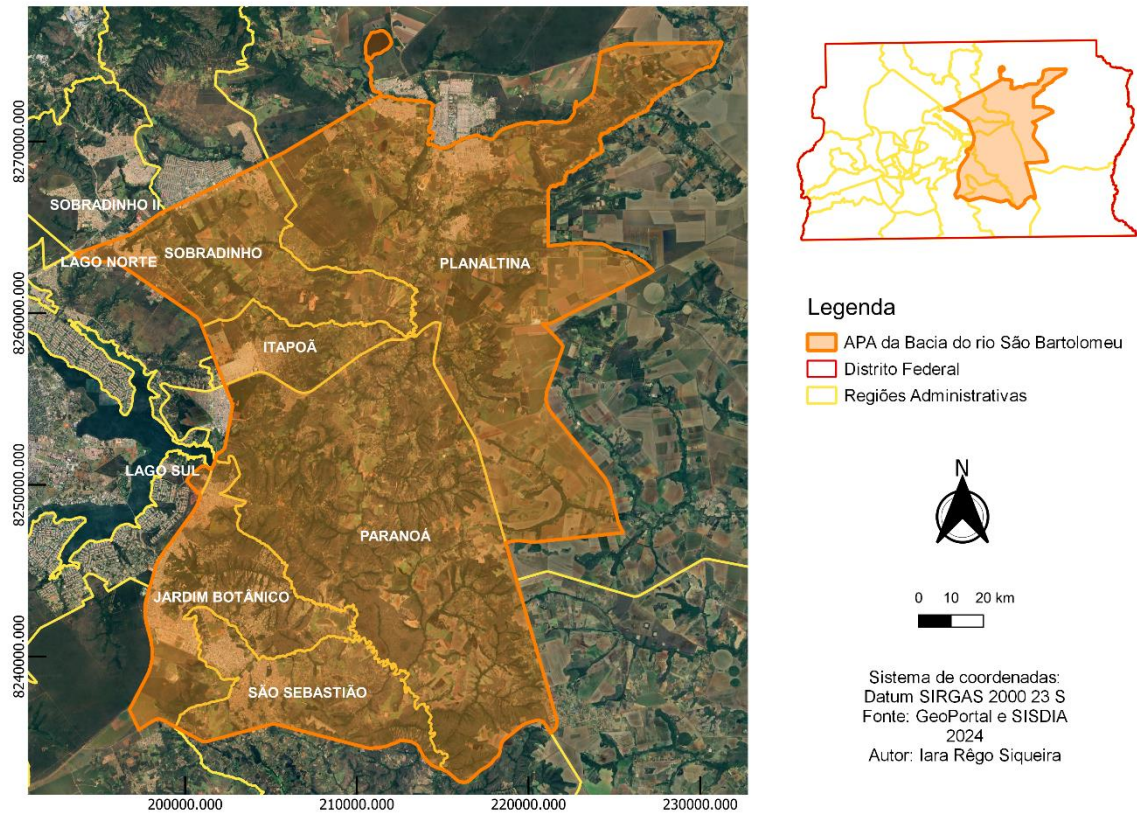
Com a crescente necessidade de estudos sobre as relações entre distintos usos e coberturas do solo, em diferentes escalas e intervalos temporais, fazem-se necessárias ferramentas que auxiliem nessas análises (Leitão; Ahern, 2002). Portanto, nos estudos de ecologia da paisagem, as ferramentas de análise espacial, são de suma importância.

3.4. Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São Bartolomeu (BRSB) é uma das primeiras APAs do Brasil (Farias, 2017) e foi criada, juntamente à APA da Bacia do Rio Descoberto, em 1983 pelo Decreto nº 88.940/1983 com o objetivo principal de proporcionar o bem-estar das populações do Distrito Federal e o entorno, além de contribuir na segurança hídrica da região (Brasil, 1983).

A APA BRSB possui uma área 84.100 hectares (Brasília Ambiental, 2018) (figura 1), abrangendo partes das Regiões Administrativas do São Sebastião (RA XIV), Jardim Botânico (RA XXVII), Paranoá (RA VII), Planaltina (RA VI), Itapoã (RA XXVIII) e Sobradinho (RA V) (Brasília Ambiental, 2018; GeoPortal, 2024).

Figura 1 - Delimitação e localização da APA da Bacia do rio São Bartolomeu – DF.

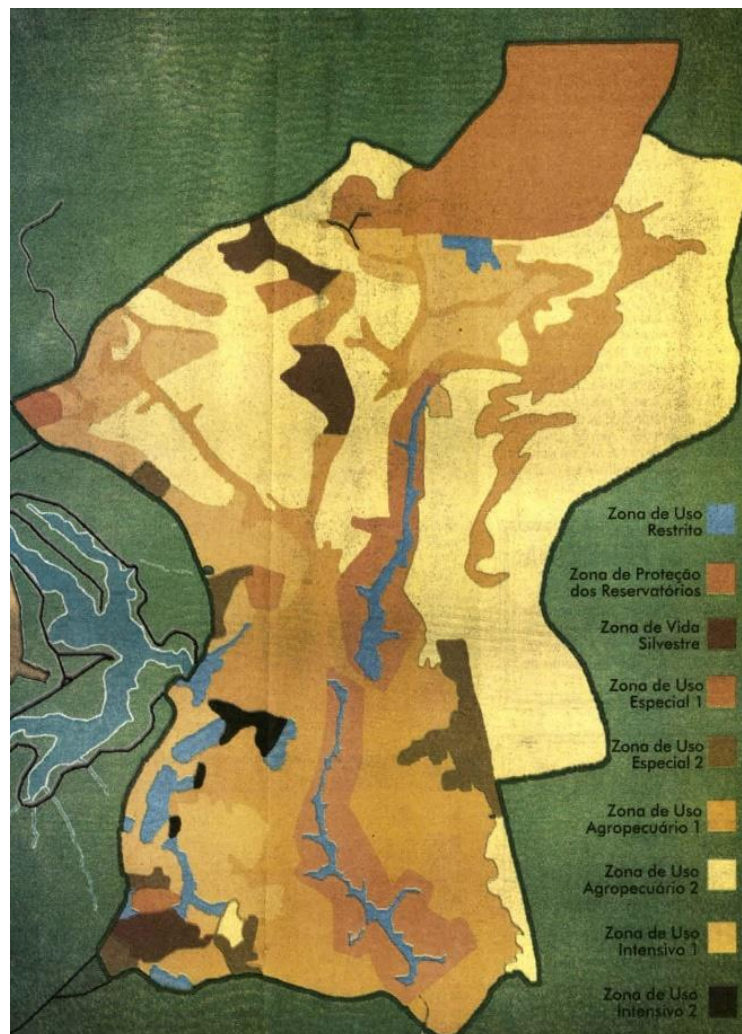


Fonte: Autoria própria.

No contexto legal a APA BRSB é administrada e manejada atualmente pelo Governo do Distrito Federal (GDF), designado pela Lei Federal nº 9.262/1996. Em relação ao conselho supervisor, não foram encontradas informações conclusivas sobre sua criação. A partir disso, foi feito o contato direto com a SUCON (Superintendência de Unidades de Conservação, Biodiversidade e Água) do Ibram (Instituto Brasília Ambiental), porém, não se obteve resposta.

Em 1996, por meio da Lei Distrital nº 1.149/1996, o seu primeiro rezoneamento foi estruturado em 9 zonas (figura 2): Zona de Uso Restrito – ZUR; Zona de Proteção dos Reservatórios – ZPR; Zona de Vida Silvestre – ZVS; Zona de Uso Especial 1 - ZUE 1; Zona de Uso Especial 2 - ZUE 2; Zona de Uso Agropecuário 1 – ZUA 1; Zona de Uso Agropecuário 2 – ZUA 2; Zona de Uso Intensivo 1 - ZUI 1; e Zona de Uso Intensivo 2 - ZUI 2.

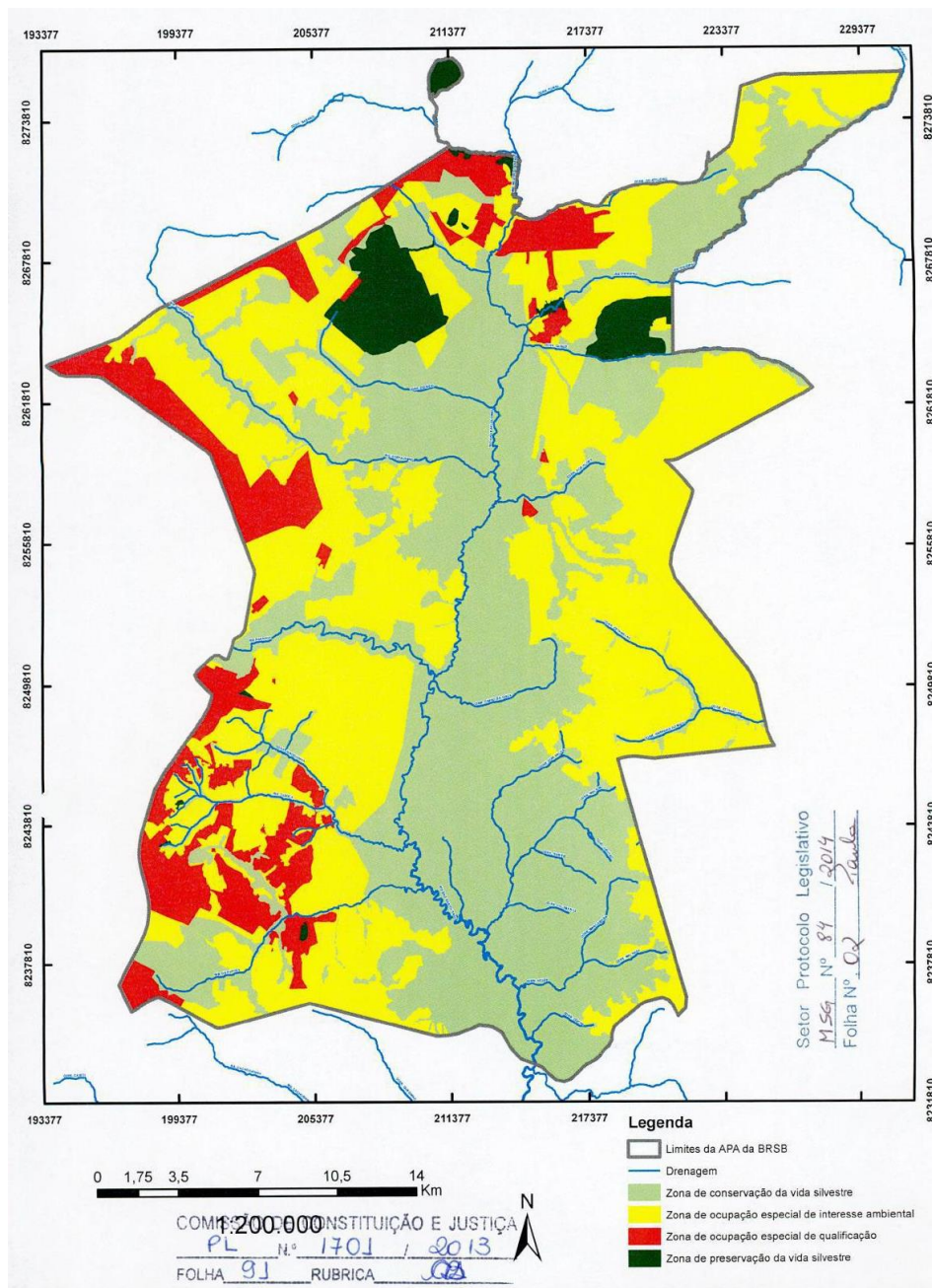
Figura 2 - Representação do rezoneamento de 1996 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.



Fonte: Modificado de Correio Brasileiro (1996).

O Plano de Manejo da APA atual foi aprovado, junto ao seu Rezoneamento (figura 3), pela Lei Distrital nº 5.344 de 2014, que estabeleceu 4 zonas e diretrizes de uso e manejo: Zona de Preservação da Vida Silvestre – ZPVS; Zona de Conservação da Vida Silvestre – ZCVS; Zona de Ocupação Especial de Interesse Ambiental – ZOEIA; e Zona de Ocupação Especial de Qualificação – ZOEQ.

Figura 3 - Mapa do rezoneamento de 2014 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.



Fonte: Modificado de Distrito Federal (2014).

Em relação à ocupação do solo, a APA BRSE é composta por diversos parques distritais integram essa UC. Estes são: Área de Relevante Interesse Ecológico do Córrego Mato Grande (13 ha) Parque Distrital dos Pequizeiros (70 ha), Parque de Uso Múltiplo das Esculturas (6 ha), Parque Ecológico Sementes do Itapoã (9 ha), Parque

Distrital de São Sebastião (17 ha), Refúgio de Vida Silvestre Vale do Amanhecer (36 ha), Parque Ecológico e Vivencial da Lagoa Joaquim de Medeiros (40 ha), Parque Ecológico do DER (50 ha) e o Parque Ambiental Colégio Agrícola de Brasília (2.230 ha) (IBRAM, 2022).

O principal rio desta bacia é o rio São Bartolomeu, o maior rio do DF, com aproximadamente 200 km de extensão (Farias, 2017; UnB Ciência, 2012) e, dentro da unidade federativa, a bacia ocupa 2.670 km². O rio é formado pela convergência do rio Pípiripau e do ribeirão Mestre D'Armas e cruza o DF de norte a sul, desaguando no Rio Corumbá (Souza-Sena *et al*, 2013). Além disso, ressalta-se que dentro dos limites da APA, existem algumas Áreas de Proteção de Mananciais (APM): as APM São Bartolomeu Norte e Sul e porções das APM Quinze, Cachoeirinha, Corguinho e Pípiripau. Essas são áreas protegidas com o objetivo de conservação das bacias hidrográficas relacionadas ao abastecimento público regional (Distrito Federal, 1997). Juntamente às bacias hidrográficas dos rios Descoberto, Corumbá, Paranoá e São Marcos, a do rio São Bartolomeu é gerida pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes do rio Paranaíba no Distrito Federal (CBH Paranaíba – DF) (Distrito Federal, 2006). Sendo uma área constituída majoritariamente pela bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, além de algumas APMs e outras áreas importantes para a recarga da bacia, a região é essencial para a segurança hídrica no DF (GDF, 2017).

Mesmo sendo uma unidade de conservação, uma APA permite o estabelecimento e desenvolvimento de atividades antrópicas como áreas urbanas, desde que respeitadas as diretrizes do plano de manejo e o zoneamento (Distrito Federal, 2014). Desta forma, a APA BRSB possui, aproximadamente, 48 mil ha de ocupações antrópicas, sendo elas 38 mil ha de áreas rurais e 9 mil ha urbanas, sendo que os principais núcleos urbanos são: Itapoã, Jardim Botânico, São Sebastião e Planaltina.

Em relação à ocupação humana, assim como no restante do DF, a área sofre com ocupação desordenada e irregular, sendo uma das principais causas de degradação ambiental no DF (Roig et al, 2009). Uma edição do Correio Braziliense de 2006 divulgou que a APA abriga cerca de 70% dos condomínios do DF, sendo 80% deles instalados em regiões de restrições ambientais, de forma irregular, agravando os impactos nas áreas naturais (Correio Braziliense, 2006). De 1983 a 2014, foram

perdidos mais de 15 mil ha de vegetação nativa devido à pressão imobiliária urbana, a ampliação e intensificação das atividades agropecuárias da região (Neves, 2016), tendo sido registrada a contaminação do rio São Bartolomeu por defensivos agrícolas (Correio Braziliense, 2010).

A APA ainda foi registrada na plataforma PADDD (*Protected Areas Downsizing, Downgrading and Degazetting*) Brasil, como uma das unidades de conservação afetadas pelo fenômeno de redução, recategorização e extinção de unidades de conservação, efeitos esses que têm atingido as UCs pelo mundo todo (WWF, [s.d.]).

3.5. Ferramentas para análise espacial da mudança do uso e cobertura do solo

O geoprocessamento e o sensoriamento remoto são ferramentas essenciais para avaliação das mudanças de uso e cobertura do solo em diferentes escalas espaciais e estão em constante evolução (Vitousek *et al*, 2008). Essas técnicas são úteis para o planejamento territorial, pois permitem o acesso a informações que auxiliam nas tomadas de decisão, além de serem de baixo custo e fácil acessibilidade (Oliveira *et al*, 2015; Roig *et al*, 2009).

Ademais, a análise espacial de uma paisagem possibilita o estudo de alternativas diversas para a implementação de soluções aplicáveis à dinâmica da paisagem, levando em consideração também os outros fatores socioambientais que compõem a região (Oliveira *et al*, 2015).

Em relação aos estudos de fragmentos, junto aos conceitos de ecologia de paisagem, as vantagens no uso dessas ferramentas se tornam recursos importantes para o planejamento ambiental e do uso e cobertura do solo, além de contribuir para o objetivo de minimizar os danos da fragmentação (Muchailh *et al*, 2010; Oliveira *et al*, 2015).

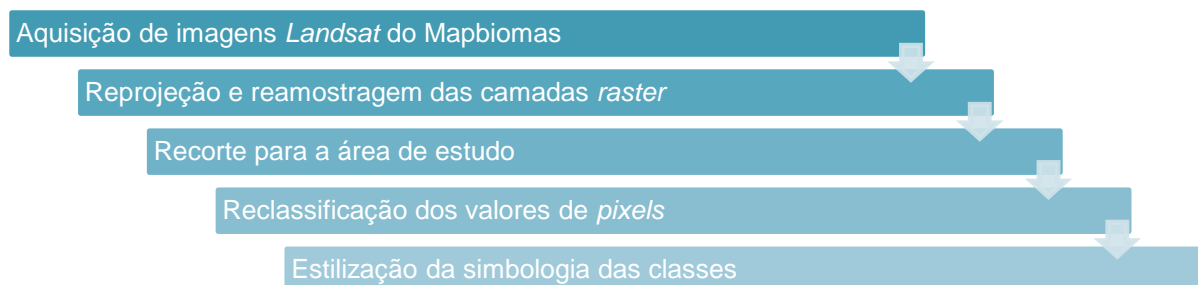
Somado a isso, uma das principais abordagens para avaliar o grau de fragmentação de uma paisagem e seu impacto nos processos ecológicos é o cálculo de métricas da paisagem, as quais fornecem medidas quantitativas sobre a composição e disposição da paisagem, podendo ser analisadas nos níveis de: fragmento, classe e paisagem (Mcgarigal; Marks, 1995).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os mapas e as análises de métricas foram realizados por meio do processamento das imagens de satélite *Landsat (raster)* adquiridas da base de dados da Coleção 8 do MapBiomas, dos anos: 2000, o ano da instituição do SNUC e um dos anos dos dados do trabalho sobre perda de cobertura vegetal da UNESCO publicado em 2002; 2014, o ano do rezoneamento da APA; e 2022, o ano mais recente da base de dados da coleção. Os anos escolhidos representam marcos para auxiliar na delimitação de recortes temporais para a análise.

O processamento de cada imagem se deu pelas seguintes etapas, conforme demonstra fluxograma (figura 4): Reprojecção para EPSG: 31983 - SIRGAS 2000 / UTM zone 23S; Reamostragem de pixels para 30 metros; Recorte para a área de estudo (APA); e reclassificação dos valores de pixel e estilização da simbologia seguindo as cores com base nos códigos de legenda da Coleção 8 do MapBiomas (tabelas 1 e 2).

Figura 4 - Fluxograma do processamento das imagens de uso e cobertura do solo do MapBiomas.



Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 - Legenda de classes da base de dados da Coleção 8 de imagens de uso e cobertura do solo do MapBiomias.

(continua)

Classes do MapBiomias	Valores de pixel	Cores
1. Floresta	1	#32a65e
1.1 Formação Florestal	3	#1f8d49
1.2. Formação Savânica	4	#7dc975
1.3. Mangue	5	#04381d
1.4. Floresta Alagável (beta)	6	#026975
1.5. Restinga Arbórea	49	#02d659
2. Formação Natural não Florestal	10	#ad975a
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11	#519799
2.2. Formação Campestre	12	#d6bc74
2.3. Apicum	32	#fc8114
2.4. Afloramento Rochoso	29	#ffaa5f
2.5. Restinga Herbácea	50	#ad5100
2.6. Outras Formações não Florestais	13	#d89f5c
3. Agropecuária	14	#FFFFB2
3.1. Pastagem	15	#edde8e
3.2. Agricultura	18	#E974ED
3.2.1. Lavoura Temporária	19	#C27BA0
3.2.1.1. Soja	39	#f5b3c8
3.2.1.2. Cana	20	#db7093
3.2.1.3. Arroz	40	#c71585
3.2.1.4. Algodão (beta)	62	#ff69b4
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	41	#f54ca9
3.2.2. Lavoura Perene	36	#d082de
3.2.2.1. Café	46	#d68fe2
3.2.2.2. Citrus	47	#9932cc
3.2.2.3. Dendê (beta)	35	#9065d0
3.2.2.4. Outras Lavouras Perenes	48	#e6ccff

Classes do MapBiomias	Valores de pixel	Cores
3.3. Silvicultura	9	#7a5900
3.4. Mosaico de Usos	21	#ffefc3
4. Área não Vegetada	22	#d4271e
4.1. Praia, Duna e Areal	23	#ffa07a
4.2. Área Urbanizada	24	#d4271e
4.3. Mineração	30	#9c0027
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	25	#db4d4f
5. Corpo D'água	26	#0000FF
5.1 Rio, Lago e Oceano	33	#2532e4
5.2 Aquicultura	31	#091077
6. Não observado	27	#ffffff

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022).

Para a geração das métricas de paisagem das classes de interesse para a comparação e análise de forma mais específica e alinhada com o objetivo do trabalho, as camadas *raster* foram reclassificadas em 5 grupos, como apresenta a tabela 2.

Tabela 2 - Valores e legenda utilizados para a reclassificação e estilização dos grupos de uso e cobertura do solo das camadas *raster*.

(continua)

Classes			
Classes utilizadas	correspondentes do MapBiomias	Valores de pixel	Cores
Formações naturais	1.1; 1.2; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; e 2.6	3, 4, 11, 12, 13, 29, 32 e 50	#32a65e
Área rural	3.1; 3.2; 3.2.1; 3.2.1.2; 3.4; 3.2.2.3; 3.2.2; 3.2.1.1; 3.2.1.3; 3.2.1.5; 3.2.2.1;	9, 15, 18, 19, 20, 21, 35, 36, 39, 40, 41, 46, 47, 48 e 62	#edde8e

Classes			
Classes utilizadas	correspondentes do MapBiomias	Valores de pixel	Cores
	3.2.2.2; 3.2.2.4; 3.2.1.4; e 3.3		
Área urbanizada	4.2	24	#d4271e
Outros - Área não vegetada	4.1; 4.4; e 4.3	23, 25 e 30	#db4d4f
Corpo d'água	5.1; e 5.2	31 e 33	#0000FF

Fonte: Autoria própria.

Como material complementar, foi elaborado um mapa a partir das classes da mais detalhadas, apresentadas no apêndice A, sendo possível observar as mudanças em um nível mais específico dentro das principais classes agrupadas. Contudo, esse material serve o propósito somente de complementar a observação do leitor sobre o uso e cobertura do solo da APA.

Para a análise das métricas de paisagem, foi utilizado o *plugin* do QGIS (*Quantum Geographic Information System*), LecoS (*Landscape Ecology Statistics*), que, entre outras funcionalidades, calcula as estatísticas dos fragmentos das classes de uso e cobertura do solo das camadas *raster*, gerando as métricas dos fragmentos e permitindo a visualização direta no QGIS. Os cálculos desse complemento são baseados nas métricas do *software* livre, FRAGSTATS, ferramenta amplamente utilizada em estudos no tema (Jung, 2015).

Para a seleção das métricas, foram consideradas as variáveis redução da quantidade de habitat; aumento da quantidade de fragmentos; diminuição do tamanho dos fragmentos; e aumento do isolamento entre eles (Fahrig, 2003) para estimar quantitativamente a fragmentação dos remanescentes naturais, permitindo a avaliação de em relação à composição e disposição dos fragmentos na paisagem. A análise desses fatores foi possível por meio do cálculo, realizado pelo LecoS, das seguintes métricas:

- *Land cover* (Área da classe): área da cobertura de uma classe de uso e cobertura do solo, em hectare (ha) (Mcgarigal; Marks, 1995);

- *Landscape proportion* (Porcentagem da paisagem): quantifica a cobertura de cada classe em relação a área da paisagem, em porcentagem (%) (Mcgarigal; Marks, 1995);
- *Mean patch area* (Área média dos fragmentos): permite entender a área média, em hectare (ha), dos fragmentos de cada classe que ocupam a paisagem (Mcgarigal; Marks, 1995);
- *Median patch area* (Área do fragmento mediano): informa a área mediana de todos os fragmentos de uma classe, em hectare (ha), auxiliando na caracterização da fragmentação (García-Álvarez; Paegelow, 2022);
- *Smallest patch area* (Área do menor fragmento): mede a área, em hectare (ha), do menor fragmento de cada classe (García-Álvarez; Paegelow, 2022);
- *Greatest patch area* (Área do maior fragmento): indica a área do maior fragmento de cada classe, em hectare (ha) (García-Álvarez; Paegelow, 2022);
- *Largest Patch Index* (Índice do maior fragmento): apresenta o percentual (%) da paisagem ocupada pelo fragmento de maior área de cada classe (Mcgarigal; Marks, 1995);
- *Number of Patches* (Número de fragmentos): indica a quantidade de fragmentos de uma classe na paisagem, demonstrando a heterogeneidade espacial do mosaico (Mcgarigal; Marks, 1995);
- *Patch Cohesion Index* (Índice de coesão de fragmentos): demonstra a conectividade entre os fragmentos de uma classe, em porcentagem (%). Quanto menor o valor da métrica, mais divididos e menos conectados os fragmentos da classe ($0\% < \text{COHESION} < 100\%$) (FragStats, c.2023);
- *Edge length* (Comprimento das bordas): apresenta o valor da soma do comprimento das bordas dos fragmentos das classes, em metros (m) (Mcgarigal; Marks, 1995); e

- *Overall Core area* (Área total dos núcleos): representa a área total, em hectare (ha), do núcleo dos fragmentos, a região mais preservada do habitat (Mcgarigal; Marks, 1995);

Os mapas temáticos foram gerados a partir do uso de camadas vetoriais disponibilizadas pelo SISDIA e GeoPortal-DF, além das imagens de satélite do MapBiomass, por meio do *software* livre, QGIS *Desktop*, versão 3.22.1.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Métricas de paisagem

No ano de 2000, foi possível notar a predominância da ocupação rural e formações naturais em relação às demais classes, como evidenciam as métricas geradas (tabela 3).

Tabela 3 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2000.

(continua)

Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Área da classe (ha)	37.887,57	38.450,43	3.784,95	2.520,63	251,46
Porcentagem da paisagem (%)	45,71%	46,38%	4,57%	3,04%	0,30%
Área do fragmento mediano (ha)	1,17	1,26	1,89	0,81	0,45
Área do menor fragmento (ha)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Área do maior fragmento (ha)	20.882,79	18.887,40	603,54	106,38	165,15
Índice do maior fragmento (%)	25,19%	22,78%	0,73%	0,13%	0,20%
Número de fragmentos	1.028	1.416	239	1.303	64
Área média dos fragmentos (ha)	36,86	27,15	15,84	1,93	3,93
Área total dos núcleos (ha)	25.400,61	25.441,02	2.619,45	480,06	168,39
Comprimento das bordas (m)	4.577.220	4.934.100	458.340	1.031.580	40.440
Índice de coesão de fragmentos (%)	99,62%	99,57%	97,95%	91,72%	96,95%

Fonte: Autoria própria.

Com a maior cobertura da área total da APA BR SB, a ocupação rural representou 46,38% do território. Contudo, as formações naturais ocupavam ainda 45,71% da paisagem. Enquanto a ocupação urbana representava 4,57% da cobertura da APA. Os valores das demais métricas referentes às duas classes mais representativas foram próximos, demonstrando alta similaridade entre a cobertura de ambos os usos do solo no ano de 2000.

Com as métricas de 2014, dentre as principais classes, foi observada uma diferença maior entre os valores gerados, ressaltando especialmente a redução geral dos valores das métricas da formação natural e o aumento do número de fragmentos de formação natural (3) para 1.078, e redução, no caso das outras duas principais classes (2 e 3) para 1.274 e 169 fragmentos, respectivamente (tabela 5). Nesse ano

a cobertura maior continuou sendo de ocupação rural e formação natural, com 47,53% e 42,89% do total da paisagem, respectivamente.

Tabela 4 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2014.

(continua)

Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Área da classe (ha)	35.078,40	38.876,13	6.220,71	1.377,99	235,53
Porcentagem da paisagem (%)	42,89%	47,53%	7,61%	1,68%	0,29%
Área do fragmento mediano (ha)	1,08	1,35	1,98	0,81	0,99
Área do menor fragmento (ha)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Área do maior fragmento (ha)	19.296,45	19.626,93	2.835,27	55,26	163,62
Índice do maior fragmento (%)	23,59%	24,00%	3,47%	0,07%	0,20%
Número de fragmentos	1.078	1.274	169	786	31
Área média dos fragmentos (ha)	32,54	30,52	36,81	1,75	7,60
Área total dos núcleos (ha)	23.256	26.386,47	4.740,03	249,39	170,46
Comprimento das bordas (m)	4.404.840	4.721.700	549.600	575.400	29.580

Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Índice de coesão de fragmentos (%)	99,61%	99,58%	99,04%	88,93%	97,03%

Fonte: Autoria própria.

Referente ao ano de 2022, a mudança na porcentagem de ocupação rural (46,48%) e formação natural (42,32%), principalmente, foi pouca. Porém, dentre as alterações nos valores das métricas, destacaram-se o número e área média dos fragmentos das classes 1, 2 e 3 na matriz, das quais a primeira e a terceira obtiveram o número de fragmentos menor e a área média maior que no ano anterior, enquanto a segunda aumentou em número de fragmentos e diminuiu em área média (tabela 6).

Tabela 5 - Métricas de paisagem das classes agrupadas de uso e cobertura do solo agrupadas no ano de 2022.

(continua)

Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Área da classe (ha)	34.614,63	38.015,46	7.169,13	1.785,96	203,58
Porcentagem da paisagem (%)	42,32%	46,48%	8,77%	2,18%	0,25%
Área do fragmento mediano (ha)	1,26	1,26	2,7	0,99	0,72
Área do menor fragmento (ha)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

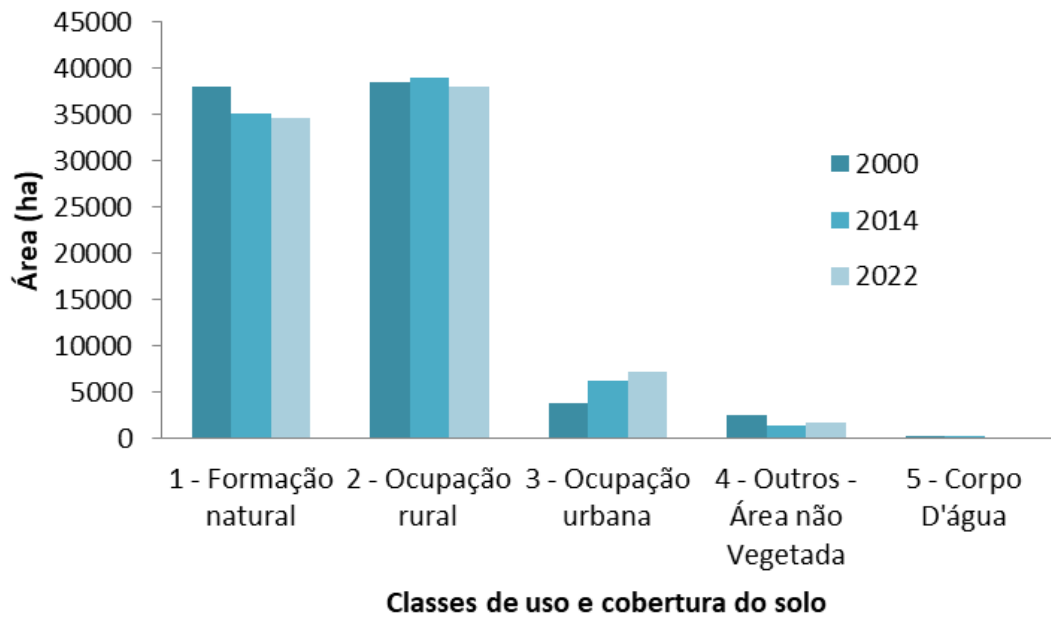
Métricas	1 - Formação natural	2 - Ocupação rural	3 - Ocupação urbana	4 - Outros - Área não vegetada	5 - Corpo D'água
Área do maior fragmento (ha)	20.655,27	18.608,85	2.968,92	91,62	164,34
Índice do maior fragmento (%)	25,25%	22,75%	36,30%	0,11%	0,20%
Número de fragmentos	979	1.364	137	869	25
Área média dos fragmentos (ha)	35,36	27,87	52,33	2,06	8,14
Área total dos núcleos (ha)	22.787,46	25.479,99	5.622,03	346,86	151,92
Comprimento das bordas (m)	4.361.940	4.763.460	562.320	714.300	24.240
Índice de coesão de fragmentos (%)	99,64%	99,55%	99,03%	90,03%	97,27%

Fonte: Autoria própria.

5.2. Dinâmica da paisagem

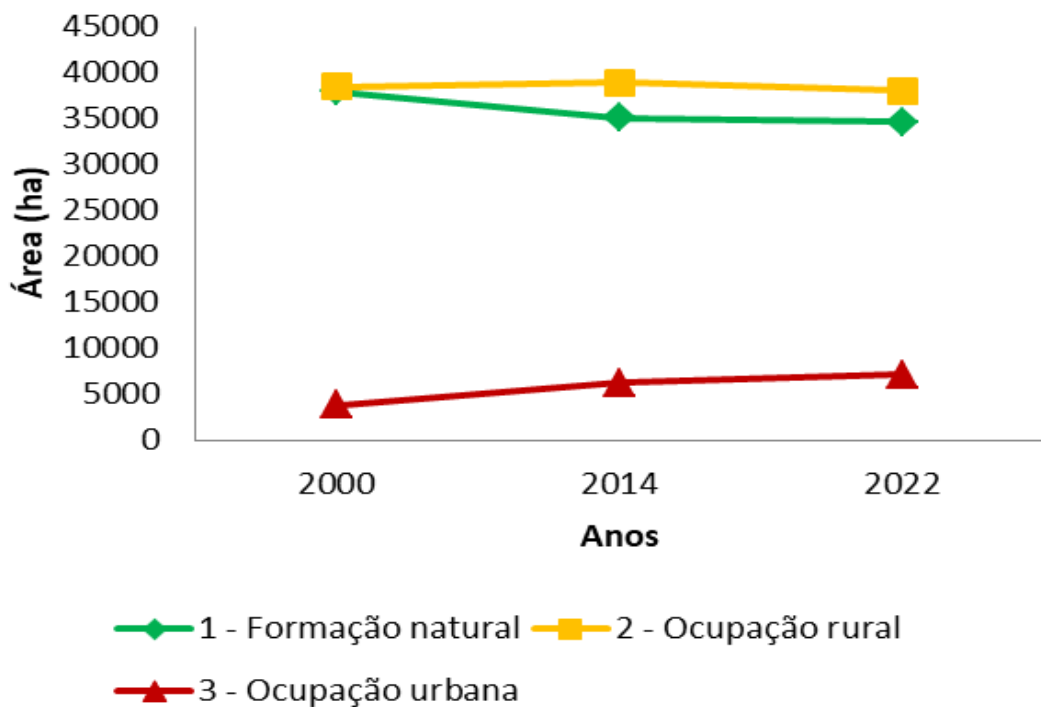
A análise da dinâmica temporal de uso e cobertura do solo da paisagem da APA da Bacia do rio São Bartolomeu nos anos de 2000, 2014 e 2022 apresentou uma tendência de diminuição das formações naturais, principalmente de 2000 a 2014, e de um aumento da ocupação urbana até 2022. Em relação à ocupação rural, notou-se que, apesar da maior representatividade, os dados não demonstraram uma mudança nesse intervalo de tempo (figura 5 e 6).

Figura 5 - Gráfico da mudança na ocupação das classes de uso e cobertura do solo na APA BRSB entre os anos 2000, 2014 e 2022.



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Gráfico da área de ocupação das principais classes de uso e cobertura do solo na APA BRSB nos anos 2000, 2014 e 2022.



Fonte: Autoria própria.

No que se refere a perda de formações naturais, houve 8,64% de diminuição entre o ano de 2000 e 2022, sendo 7,41% de redução entre os dois primeiros anos e 1,32% de 2014 a 2022. Em contrapartida, a classe que mais se expandiu foi a ocupação urbana, com um crescimento de 89,41% no intervalo de 2000 a 2022, com o maior aumento, de 64,35%, até 2014. No caso da ocupação rural, a classe foi reduzida em 1,13% até 2022, havendo aumento de 1,11% da área ocupada entre 2000 e 2014, seguido de uma redução de 2,21% até o último ano.

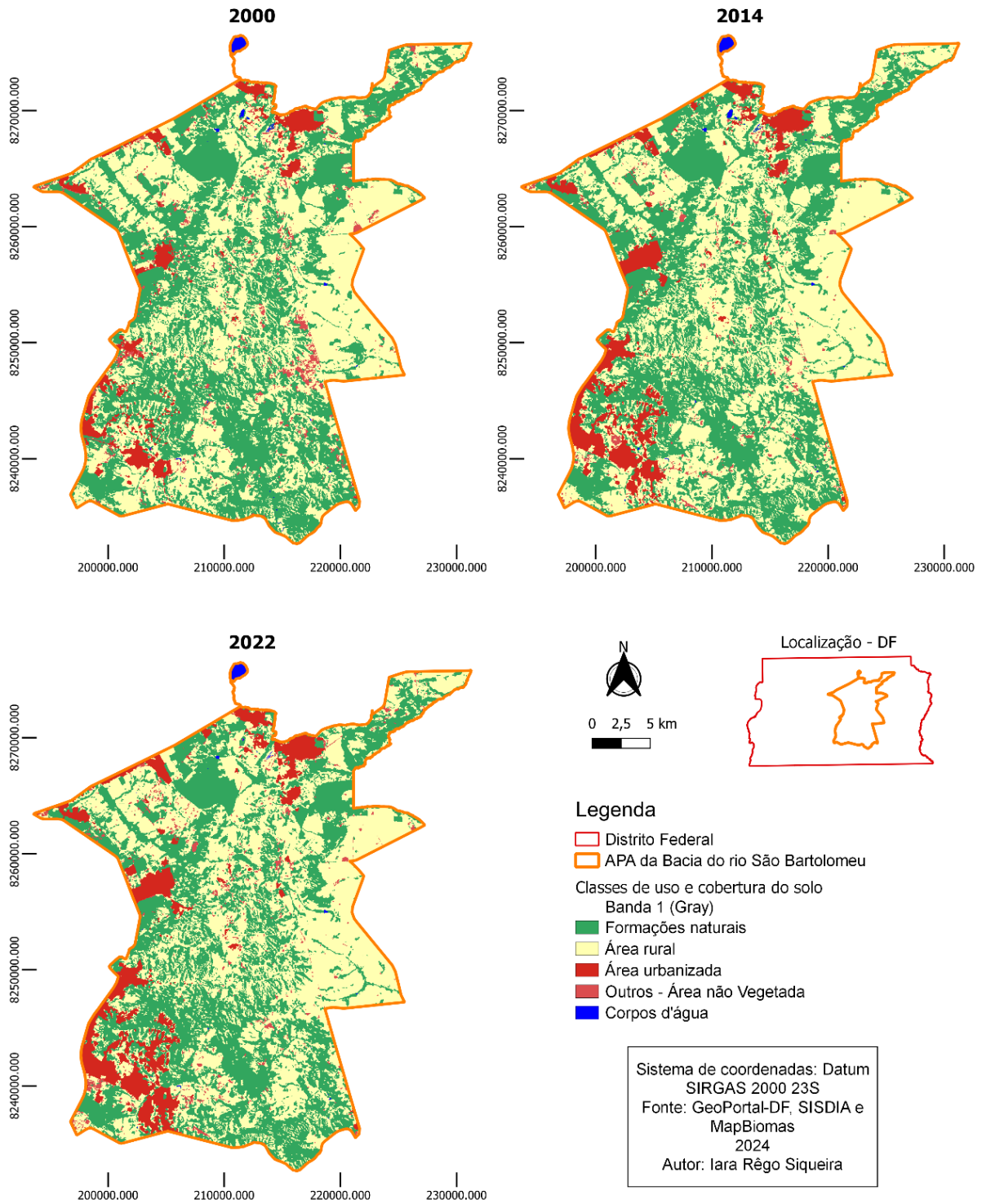
Concomitantemente, de 2010 a 2022, a população de Brasília cresceu em 9,60%, sendo a terceira cidade mais populosa do país, com cerca de 2,8 milhões de habitantes em 2022 (Agência IBGE, 2023). Dessa forma, foi possível observar que no primeiro momento, a ocupação urbana e rural levou à supressão das formações naturais. Posteriormente, a partir de 2014, a ocupação urbana, que seguiu em constante expansão, começou a substituir a cobertura rural.

Esse processo se dá pelo adensamento populacional em áreas rurais de forma que essas se tornem lotes urbanos. Essa tendência é evidenciada pelo crescimento de assentamentos urbanos informais, formados principalmente pela disponibilidade de preços mais acessíveis. Isso faz com que o zoneamento com estímulo a ocupação de regiões de vocação urbana e com a manutenção das áreas rurais originais, sejam aspectos essenciais para o ordenamento territorial eficiente (Chelotti; Sano, 2021; Freitas, 2017; UNESCO, 2002).

Portanto, as tendências de mudança do uso e cobertura do solo no DF observadas até o ano de 2001, correspondentes à perda de vegetação nativa, em especial de cerrado, à desaceleração do crescimento de ocupações agrícolas e à expansão de áreas urbanas (UNESCO, 2002), se mantiveram no período analisado no presente trabalho.

No geral, entendeu-se que apesar da grande representatividade da ocupação rural, esta foi a classe menos alterada ao longo dos anos. Ao contrário da ocupação urbana que cresceu, sendo possivelmente, a principal causa da redução considerável das formações naturais e da ocupação rural, como ilustra o mapa elaborado (figura 7).

Figura 7 - Classificação agrupada do uso e cobertura do solo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu de 2000, 2014 e 2022.

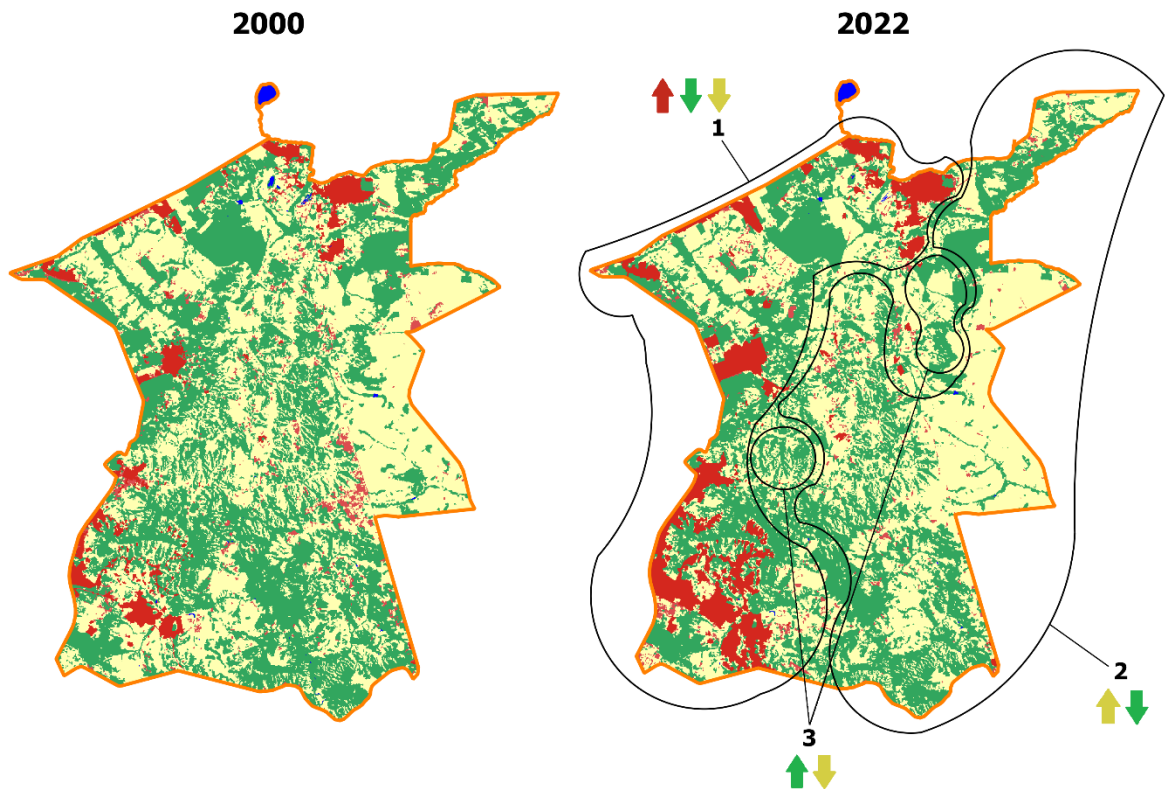


Fonte: Autoria própria.

Por meio da observação dos mapas, a APA pôde ser setorizada em 3 regiões diferentes as principais mudanças no uso e cobertura do solo desde o ano 2000 (figura 8). A região 1 foi a porção da APA onde se concentrou a expansão da ocupação urbana em detrimento da ocupação rural e formações naturais. No caso da região 2, destacou-se a expansão das áreas rurais sob as formações naturais. Já as duas menores regiões (3), apresentaram um pequeno aumento nas formações naturais.

Figura 8 - Regiões das principais mudanças no uso e cobertura do solo de 2000 a 2022 (linhas pretas) da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.

As setas vermelhas (área urbana), amarelas (área rural) e verdes (vegetação natural) representam o sentido de alteração da cobertura.



Fonte: Autoria própria.

A identificação das regiões onde ocorreram as principais mudanças reforça o padrão de crescimento urbano predominante na porção oeste da APA, enquanto na parte leste, a ocupação rural é mais presente. Foi possível identificar ainda que,

apesar da perda geral de formação natural, houve áreas que passaram por recomposição da vegetação em certo nível.

Como informação complementar, por meio da interpretação visual do mapa resultante da reclassificação mais detalhada do uso e cobertura do solo da APA BRSEB (apêndice A), foi observado que no período entre 2000 e 2022 houve uma substituição das pastagens por atividades agrícolas, principalmente na porção leste da APA. Além disso, evidenciou-se o aumento de área urbana, em especial na porção oeste da APA, sobrepondo a ocupação rural, as formações naturais e áreas não vegetadas.

Em relação aos fragmentos de vegetação natural, notou-se a diminuição menos marcante das classes de formação florestal, campestre e, principalmente savânica, por toda a área da APA, como demonstrou o mapa (apêndice B).

5.3. Dinâmica temporal das formações naturais na paisagem

No que tange a dinâmica temporal das métricas de paisagem especificamente das formações naturais na área da APA BRSEB, foi notória a redução da área de cobertura das formações naturais ao longo dos anos. Contudo, observou-se que as mudanças na disposição e composição da paisagem ocorridas de 2000 a 2014 não se repetiram até 2022. As métricas apresentaram uma tendência de redução da área da classe e dos fragmentos, além do aumento no grau de fragmentação (tabela 7).

Tabela 6 - Métricas de paisagem da classe de formação natural nos anos 2000, 2014 e 2022 da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu.

(continua)

Métricas	2000	2014	2022
Área da classe (ha)	37.887,57	35.078,40	34.614,63
Porcentagem da paisagem (%)	45,71%	42,89%	42,32%
Área do fragmento mediano (ha)	1,17	1,08	1,26
Área do menor fragmento (ha)	0,09	0,09	0,09

Métricas	2000	2014	2022
Área do maior fragmento (ha)	20.882,79	19.296,45	20.655,27
Índice do maior fragmento (%)	25,53%	23,59%	25,25%
Número de fragmentos	1.028	1.078	979
Área média dos fragmentos (ha)	36,86	32,54	35,36
Área total dos núcleos (ha)	25.400,61	23.256	22.787,46
Comprimento das bordas (m)	4.577.220	4.404.840	4.361.940
Índice de coesão de fragmentos (%)	99,62%	99,61%	99,64%

Fonte: Autoria própria.

Em 2022, apesar da perda de área de formações naturais, houve aumento da área média e mediana, além da quantidade de fragmentos e conectividade entre eles maior em comparação à 2014. Com isso, pôde-se inferir que a paisagem total perdeu vegetação natural por meio da remoção dos fragmentos menores, conseqüentemente aumentando as áreas média e mediana dos fragmentos e diminuindo sua quantidade. Pela redução do comprimento de borda e da área total dos núcleos, junto ao aumento do maior fragmento e do índice de coesão, os demais remanescentes devem ter formados pequenas conexões mudando, possivelmente, o formato dos fragmentos e unificando alguns deles.

Ao comparar os resultados obtidos com o trabalho de Neves (2016), que avaliou as mudanças no uso e cobertura do solo da APA, da sua criação ao ano de 2014, o padrão observado nesse período, de crescimento urbano, perda de vegetação natural e pouca variação na expansão de áreas rurais, continuou. A setorização das ocupações em crescimento identificadas neste trabalho (predominância urbana na porção oeste e rural à leste), seguiu o mesmo padrão identificado por Neves (2016),

que também concluiu sobre a intensa fragmentação das formações naturais, ocasionada pela ocupação antrópica desordenada e gradual na APA. Neves (2016) destacou ainda a importância do zoneamento de 2014 no favorecimento da função de conservação da APA, que se mostrou fragilizada pelas pressões fundiárias e econômicas.

Com a implementação do zoneamento da APA em 2014, as áreas de maior restrição ambiental cresceram cerca de 2,5 vezes entre 1996 (primeiro zoneamento) e 2014, passando a abranger mais de 70% da vegetação natural existente neste ano (Neves, 2016). Tendo isso em vista, apesar da redução da área de formações naturais ao longo dos anos, a partir de 2014, a perda de cobertura dessa classe foi menor em comparação ao período anterior. Assim, as restrições estabelecidas pelo zoneamento previsto pela Lei nº 5.344/2014 retardaram a perda dos ecossistemas naturais da APA.

5.4. Função da APA na conservação dos ecossistemas naturais

É fundamental a compreensão as características biológicas e socioeconômicas para avaliar a efetividade de unidades de conservação. A gestão de UCs abrange planejamento, recursos, processos, produtos e resultados alcançados em relação aos objetivos definidos. Para maximizar a efetividade, é essencial que as fragilidades e potencialidades de cada um desses critérios avaliados sejam consideradas na gestão das unidades de conservação (Onaga; Drumond, 2007).

Sob a luz da ocorrência crescente do fenômeno de redução, recategorização e extinção de unidades de conservação, o PADDD (WWF, [s.d.]), que também afetou a APA, aumentar a efetividade das UCs se faz ainda mais necessário, tendo em vista o risco desses espaços quando geridos inadequadamente.

O Painel de Resultados por Unidade de Conservação do ICMBio apresenta a avaliação de todas as UCs implementadas, gerando um índice de efetividade classificado em 5 níveis, de “Alta efetividade” à “Não efetiva”, que considera a análise dos critérios de: Resultados; Produtos e Serviços; Contexto; Planejamento; Insumos; e Processo. Verificou-se que para a APA BRSB, o índice foi de 45,74%, resultando em “Efetividade Moderada (40-60%)” (ICMBio, 2024).

A análise conduzida pelo presente trabalho compreendeu a avaliação de resultados da gestão da APA, um dos componentes de efetividade avaliados geralmente, uma vez que a análise espacial abrange as consequências das mudanças de uso e cobertura do solo que são influenciadas pelo ordenamento e diretrizes do território.

No que se refere à fragmentação e perda dos habitats naturais, inferiu-se que apesar da tendência observada no primeiro período analisado, no segundo momento, o número de fragmentos diminuiu, a conectividade aumentou, assim como a área média dos fragmentos. A área dos fragmentos é um parâmetro que influencia consideravelmente as composições das comunidades. Fragmentos extensos são essenciais para a manutenção da biodiversidade. Por outro lado, os menores também são importantes ao atuarem como trampolins ecológicos e promovendo heterogeneidade à paisagem (Calegari *et al*, 2010).

Nesse sentido, apesar dos resultados terem apresentado um melhor cenário a partir de 2014, os fragmentos pequenos (menores que 2 ha) representaram mais de 50% do total. Além disso, com o aumento da área do fragmento mediano ao longo dos anos, juntamente à diminuição do número de fragmentos, da área dos núcleos e área total da classe, percebeu-se que os fragmentos pequenos foram sendo extinguidos.

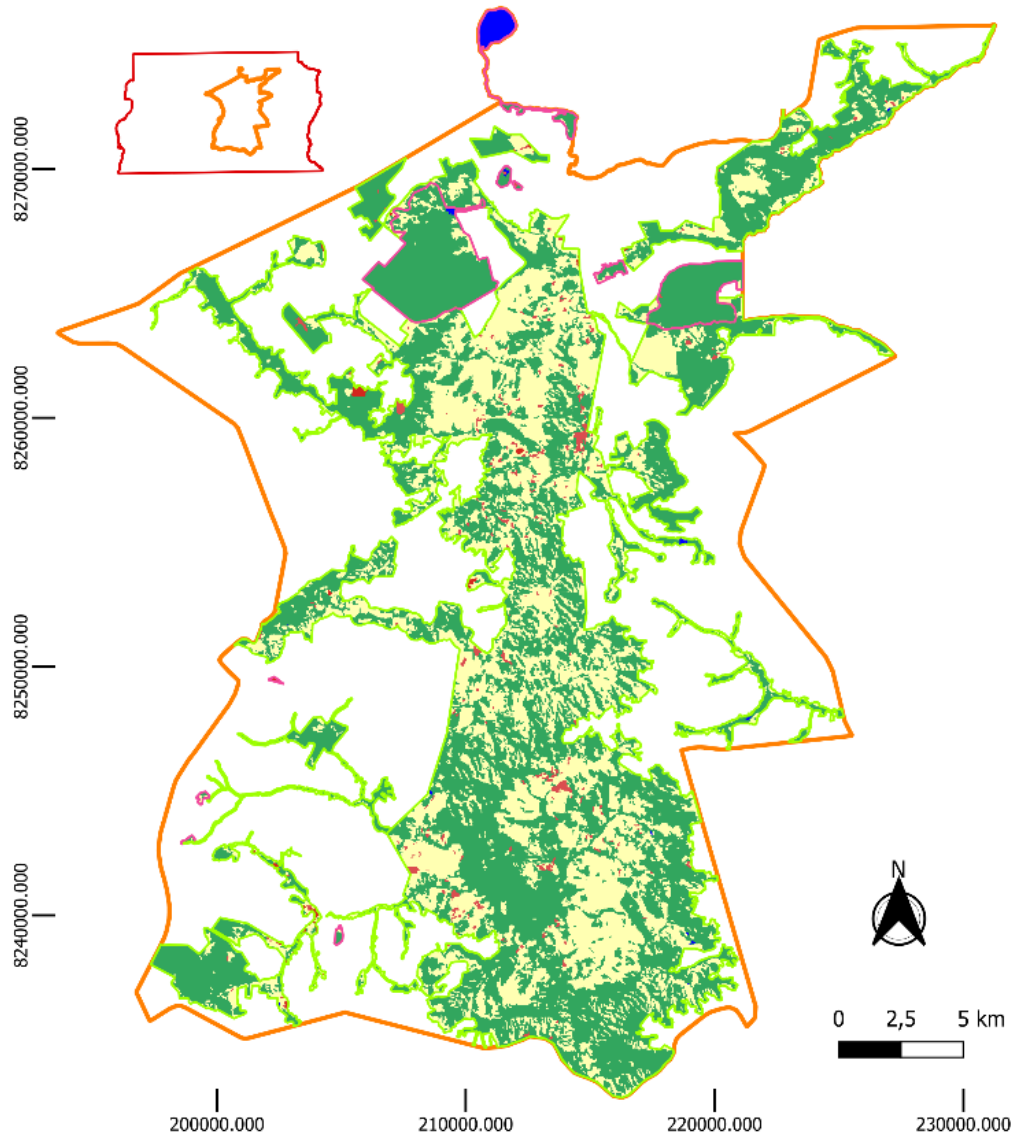
A predominância de fragmentos pequenos evidencia um histórico de fragmentação e demonstra que uma parcela considerável dos habitats naturais sofre mais com os efeitos de borda e têm a capacidade reduzida de abrigar uma alta riqueza de espécies (Pirovani *et al*, 2014).

A Lei nº 5.344/2014, que dispõe sobre o rezoneamento e o plano de manejo da APA BRSB, estabelece o corredor ecológico da APA como correspondente à Zona de Preservação da Vida Silvestre – ZPVS e a Zona de Conservação da Vida Silvestre – ZCVS. Um corredor ecológico é um conjunto de fragmentos naturais ou não que conectam áreas protegidas para possibilitar a movimentação da biota e o fluxo gênico (Distrito Federal, 2014). Assim, a implementação desse instrumento é complexa pois deve considerar a integração de diversos aspectos bióticos e abióticos para assegurar a conectividade de forma eficiente (Schwaida *et al*, 2017).

Sendo esse um instrumento importante para a conservação de ecossistemas naturais implementado no zoneamento atual da APA, foi elaborado um mapa com os

dados mais recentes (2022) para a visualização do uso e cobertura do solo da área das duas zonas que delimitam o corredor (figura 9).

Figura 9 - Classificação de uso e cobertura do solo nas zonas de conservação e preservação da Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio São Bartolomeu em 2022.



Legenda

- | | |
|---|---------------------------------------|
| Distrito Federal | Corredor ecológico da APA |
| APA da Bacia do rio São Bartolomeu | ZONA DE CONSERVAÇÃO DA VIDA SILVESTRE |
| Classes de uso e cobertura do solo (2022) | |
| Banda 1 (Gray) | |
| Formação natural | ZONA DE PRESERVAÇÃO DA VIDA SILVESTRE |
| Ocupação rural | |
| Ocupação urbana | |
| Outros - Área não Vegetada | |
| Corpos d'água | |

Sistema de coordenadas: Datum SIRGAS 2000
23S
Fonte: GeoPortal-DF, SISDIA e MapBiomas
2024
Autor: Iara Régo Siqueira

Fonte: Autoria própria.

Apesar da presença de ocupação rural no corredor ecológico da APA, a interferência urbana e de outras áreas não vegetadas dentro da poligonal do corredor é baixa, dada a presença de poucas porções dessas classes. Ademais, salienta-se que a Lei nº 5.344/2014 estabelece diretrizes restritivas para essas zonas, incluindo a proibição de edificações, infraestrutura urbana, indústrias, supressão de vegetação nativa, utilização de defensivos agrícolas, entre outras atividades, no caso da ZPVS, composta também por outras UCs dentro da APA.

Já na ZCVS, os usos são menos restritivos em comparação com a zona descrita anteriormente. Atividades e instalações agropecuárias, industriais e de utilidade pública, por exemplo, são permitidas. Porém, a lei estabelece as melhores práticas a serem priorizadas e incentivadas em relação aos usos permitidos, como o uso de pastagem nativa na pecuária extensiva, silvicultura de espécies nativas, a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural, entre outras.

Em conjunto, essas zonas que formam o corredor ecológico também possuem diretrizes específicas especialmente no que diz respeito ao controle da permeabilidade ecológica para cada tipo de ocupação no corredor e à instalação de dispositivos de passagem de fauna e sinalização de trânsito.

A ZCVS equivale a maior parte do corredor e foi observado que, apesar das restrições das atividades permitidas, é a zona que mais dispõe de medidas de controle subjetivas, das quais a maioria das atividades são incentivadas e priorizadas, ao invés de proibidas e limitadas. Isso pode ser um fator importante para determinar a expansão das ocupações antrópicas em detrimento de áreas naturais em uma região delimitada como corredor ecológico.

Entretanto, ao comparar o uso e cobertura do solo nas zonas que correspondem ao corredor com as demais zonas menos restritivas, deduz-se que as ZPVS e ZCVS estão atuando sob a paisagem como uma forma de segurar o avanço da mudança antrópicas de uso e cobertura do solo na APA. Em contraste, a paisagem das outras zonas foi onde ocorreram as mudanças mais visíveis, com a expansão urbana principalmente, como mostrou a figura 8.

Adicionalmente, a influência do rezoneamento de 2014, que aumentou a cobertura de áreas mais restritivas e, como mostraram as métricas, favoreceu a

conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa. Dessa forma, por parte da avaliação de um dos resultados da gestão da APA, a dinâmica da paisagem natural, pôde-se corroborar o índice de efetividade do ICMBio, ao ter sido demonstrada a efetividade moderada da UC em conservar os ecossistemas naturais a partir da análise espacial realizada no período de 2000 a 2014.

A identificação da pressão antrópica causada pela expansão rural e urbana de ambos os lados da APA (figura 8) enfatiza a importância da atuação eficiente das zonas de restrição ambiental para a promoção da recomposição e conservação dos remanescentes naturais que se concentram na região central da APA.

6 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos estabelecidos, foi descrita a dinâmica espaço temporal, de 2000 a 2022, da paisagem da APA da Bacia do rio São Bartolomeu, identificando ainda as regiões que passaram por mais alterações no uso e cobertura do solo. Dessa forma, foi possível corroborar a hipótese de perda das formações naturais pelo aumento da ocupação urbana e rural ao longo dos anos, e chegar em algumas conclusões.

A análise dos dados sobre o uso e cobertura do solo na APA da Bacia do rio São Bartolomeu entre os anos de 2000 e 2022 revelou uma diminuição contínua das formações naturais, mais acentuada entre 2000 e 2014, e um crescimento marcante da ocupação urbana, com uma expansão de 89,41% desde o ano 2000. Esse crescimento também influenciou a ocupação rural, com o crescimento populacional, assentamentos urbanos informais e preços mais acessíveis, levando a substituição das áreas rurais por urbana, a partir de 2014.

No que se refere à dinâmica espacial das formações naturais na APA, um dos principais padrões identificados foi a redução da área da classe. De 2000 a 2014, houve mudanças expressivas na métricas da paisagem, demonstrando a notória tendência de aumento na perda e fragmentação de vegetação.

A ocupação antrópica apresentou alterações espaciais heterogêneas, tendo predominância na expansão urbana e rural nas porções oeste e leste,

respectivamente, em detrimento das formações naturais. Contudo, observou-se que houve recomposição vegetal em algumas áreas centrais, de forma pontual.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2022, embora o total de vegetação natural tenha diminuído, os fragmentos restantes se tornaram mais conectados. Os fragmentos pequenos foram perdidos e os maiores formaram conexões, o que mostra que o rezoneamento implementado em 2014 teve um impacto positivo no fator de conectividade das formações naturais, inclusive aumentando as áreas de restrição ambiental.

Apesar do aumento da conectividade e da área média dos fragmentos desde 2014, a presença predominante de fragmentos menores que 2 ha, indica que grande parte dos habitats naturais sofre mais com os efeitos de borda e promove uma baixa biodiversidade. Apesar disso, os fragmentos pequenos também desempenham um papel ecológico importante. Sendo esse um motivo relevante para medidas de proteção em relação aos fragmentos pequenos.

Apesar da baixa interferência de ocupação urbana no corredor ecológico da APA, essa região se torna vulnerável ao apresentar normas de caráter subjetivo, em vez de restrições rigorosas, o que pode facilitar a perda e fragmentação dos habitats naturais nas zonas de maior restrição ambiental.

No entanto, comparando o uso e cobertura do solo no corredor com as zonas menos restritivas, fica claro que as zonas de conservação e preservação têm ajudado a limitar a expansão urbana e outras mudanças antrópicas. Assim, a análise espacial da APA demonstra que a gestão da unidade tem mostrado um nível de efetividade que favoreceu a conectividade dos ecossistemas naturais depois de 2014.

Se faz necessária a análise da paisagem da APA depois de mais tempo de vigência do atual zoneamento, para entender se as restrições impostas pela unidade de conservação agem como uma barreira efetiva contra os danos causados pelas transformações antrópicas sob os ecossistemas naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA do São Bartolomeu. **Brasília Ambiental**, 2018. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/apa-do-sao-bartolomeu/>. Acesso em: 13 de mar. de 2024.

De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. **AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS**, 2023. Censo 2022. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20pa%C3%ADs%20chegou,milh%C3%B5es%20de%20pessoas%20no%20per%C3%ADodo>>. Acesso em: 24 de jul. de 2024.

BRASIL. Decreto Nº 88.940, de 7 de novembro de 1983. Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção Ambiental das Bacias dos Rios São Bartolomeu e Descoberto, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1983.

BRASIL. Lei Nº 9.262, de 12 de janeiro de 1996. Dispõe sobre a administração da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São Bartolomeu, localizada no Distrito Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

CALCAGNO, Luiz. Comunidade de Planaltina se une para recuperar bacia do Rio São Bartolomeu. **Correio Braziliense**, Brasília, 25 de ago. de 2010. Cidades. Disponível em: https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/cidades/2010/08/25/interna_cidadesdf,209677/comunidade-de-planaltina-se-une-para-recuperar-bacia-do-rio-sao-bartolomeu.shtml>. Acesso em: 15 de abr. de 2024.

CALEGARI, Leandro et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, p. 871-880, 2010.

CHELOTTI, Giancarlo Brugnara; SANO, Edson Eyji. Sessenta anos de ocupação urbana da capital do Brasil: padrões, vetores e impactos na paisagem. **Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal**, 2021.

CORRÊA, Rodrigo Studart et al. Zoneamento do território para a identificação de corredores ecológicos no Distrito Federal. **Geografia**, p. 137-149, 2006.

CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**, Brasília, 2020.

DISTRITO FEDERAL. Decreto Nº 18.585, de 9 de setembro de 1997. Regulamenta o Art. 30 da Lei Complementar nº 17, de 28/01/97, o qual trata das Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, 1997.

DISTRITO FEDERAL. Decreto Nº 27.152, de 31 de agosto de 2006. Dispõe sobre a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá. Brasília, DF. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, 2006.

DISTRITO FEDERAL. Lei Nº 1.149, de 11 de julho de 1996. Dispõe sobre o rezoneamento ambiental da Área de Proteção Ambiental da bacia do rio São Bartolomeu. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, 1996.

DISTRITO FEDERAL. Lei Nº 5.344, de 19 de maio de 2014. Dispõe sobre o Rezoneamento Ambiental e o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São Bartolomeu. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, 2014.

ENE, Eduard; MCGARIGAL, Kevin. **FragStats**, c2023. (C7) Patch Cohesion Index. Disponível em: <<https://www.fragstats.org/index.php/fragstats-metrics/patch-based-metrics/aggregation-metrics/c7-patch-cohesion-index>>. Acesso em: 27 de maio de 2024.

FAHRIG, Lenore. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FREITAS, Clarissa F. Sampaio. Regulações territoriais e expansão urbana informal: é possível preservar e incluir?. **Paranoá**, n. 19, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n19.2017.02>>. Acesso em: 25 de jul. de 2024.

GARCÍA-ÁLVAREZ, David; PAEGELOW, Martin. Spatial Metrics to Validate Land Use Cover Maps. In: **Land Use Cover Datasets and Validation Tools: Validation Practices with QGIS**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 205-228.

GDF. Brasília, 2017. Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal, Matriz ecológica. Disponível em: <<https://www.zee.df.gov.br/matriz-ecologica/>>. Acesso em: 21 de maio de 2024.

HOFFMAN, Michael et al. Biodiversity Hotspots (data set version 2016.1). Zenodo. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3261807>. Acesso em: 5 de mar. de 2024.

HOOKE, Roger LeB; MARTÍN DUQUE, José Francisco; PEDRAZA GILSANZ, Javier de. Land transformation by humans: a review. **GSA Today. A Publication of The Geological Society Of America**, v. 22, n. 12, p. 4-10, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1130/GSAT151A.1>>. Acesso em: 8 de mai. de 2024.

ICMBIO. Cerrado. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado>>.

Acesso em: 14 de março de 2024.

ICMBIO. Painel de Resultados por Unidades de Conservação, 2024. SAMGe. Disponível em: <

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiM2Y2NDUxN2EtNzkxOC00MTIxLThkYzQtOWQwOTdjMGY3NDFlwidiCl6ImMxNGUyYjU2LWM1YmMtNDNiZC1hZDIjLTQwOGNmNmNmMzU2MCJ9>>. Acesso em: 15 de jul. de 2024.

JACOB, Priscila Pimentel; DRUMMOND, José Augusto; BARRETO, Cristiane Gomes. A contribuição do espraiamento urbano de Brasília para a fragmentação da paisagem de Cerrado ao redor da cidade. **urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. e20200420, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200420>>. Acesso em: 15 de mai. de 2024.

JUNG, Martin. LecoS—A python plugin for automated landscape ecology analysis. **Ecological informatics**, v. 31, p. 18-21, 2016.

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

LEITAO, Andre Botequilha; AHERN, Jack. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. **Landscape and urban planning**, v. 59, n. 2, p. 65-93, 2002.

MADER, Helena. A água ameaçada. **Correio Braziliense**, Brasília, 19 de dez. de 2006. Cidades. Disponível em: <http://memoria.bn.gov.br/docreader/028274_05/148113>. Acesso em: 15 de abr. de 2024.

MAGALHÃES, Daniel Rodrigo de Macêdo. O papel das Áreas de Proteção Ambiental (APAs) na conservação da biodiversidade brasileira. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.

MAPBIOMAS, [s.d.] Código de legendas, uso e cobertura da terra. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/>>. Acesso em: 17 de maio de 2024.

MCGARIGAL, Kevin; MARKS, Barbara J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US Department of Agriculture, **Forest Service, Pacific Northwest Research Station**, 1995. p. 1-122. Disponível em: <<https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>>. Acesso em: 16 de abril de 2022.

MMA. **Painel de Unidades de Conservação Brasileiras**. 2024. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaMDNmZTA5Y2ltNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDJINzFkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNINClsImMiOjF9>>. Acesso em: 7 de abr. de 2024.

MORAES, Marília Britto Rodrigues de. **Implementação das Áreas de Proteção Ambiental Federais no Brasil: o enfoque da gestão**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MUCHAILH, Mariese Cargnin et al. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/857056>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

NEVES, Alisson Santos. Avaliação das mudanças espaciais e temporais na cobertura da terra da APA do Rio São Bartolomeu (Distrito Federal–Brasil) após trinta anos de criação (1984–2014). 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.

OLIVEIRA, Ana Paula Garcia et al. Uso de geotecnologias para o estabelecimento de áreas para corredores de biodiversidade. **Revista árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 595-602, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400001>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

ONAGA, Cristina Aragão; DRUMOND, Maria Auxiliadora. Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil. Brasília: **Ibama, WWF-Brasil**, 2007.

PADDD NO BRASIL. **WWF**, [s.d.] Disponível em: <https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/infografico_final.pdf>. Acesso em: 20 de ago. de 2024.

PADDD Tracker Brasil. **WWF**, [s.d.] Disponível em: <<https://padddbrasil.org.br/>>. Acesso em: 20 de ago. de 2024.

PEREIRA, Vítor Hugo Campelo; CESTARO, Luiz Antonio. Corredores Ecológicos no Brasil: Avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 58, p. 16-33, 2016.

PIROVANI, Daiani Bernardo et al. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, p. 271-281, 2014.

ROIG, Henrique Llacer et al. Adequação de uma área situada na APA de São Bartolomeu-DF à legislação ambiental. **SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, v. 14, n. 2009, p. 6133-6140, 2009.

ROSSI, Anamaria. Rezoneamento permite legalização de 30 mil lotes. **Correio Braziliense**, Brasília, 7 de jan. de 1996. Cidade. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/84744>>. Acesso em 15 de abr. de 2024.

RYLANDS, Anthony B.; BRANDON, Katrina. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

SAITO, Nathalia Suemi et al. Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal. **Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 201-210, 2016.

SCHWAIDA, Samuel Fernando et al. Challenges and strategies on implementing an ecological corridor between protected areas in cerrado biome. **Revista Árvore**, v. 41, p. e410611, 2018.

SCUSSEL, Cristiane et al. Fragmentação florestal em área de Mata Atlântica no Sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 24, e. 45, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2236499443836>>. Acesso em: 25 de abr. de 2024.

SEDUH. **GeoPortal/DF**, 2024. Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE/DF. Disponível em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>. Acesso em: 10 de mar. de 2024.

SEEG. Análise das emissões de 2023 - Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil. Piracicaba: **SEEG**, 2023. Disponível em: <<https://seeg.eco.br/relatorios/>>. Acesso em: 03 de ago. de 2024.

SEMA-DF. **SISDIA**, 2024. Sistema Distrital de Informações Ambientais. Disponível em: <https://sisdia.df.gov.br/home/>. Acesso em: 10 de mar. de 2024.

SEOANE, Carlos Eduardo Sícoli et al. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 207-207, 2010.

SOUZA-SENA, João Paulo et al. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, escala 1: 100.000. **Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento**. Distrito Federal, 2013.

STRASSBURG, Bernardo BN et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

TABARELLI, Marcelo; GASCON, Claude. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

UnB ajudará a recuperar o rio São Bartolomeu. **UnB CIÊNCIA**. Brasília, 27 de jan. de 2012. Engenharia Florestal. Disponível em: <<https://unbciencia.unb.br/biologicas/34-engenharia-florestal/188-unb-ajudara-a-recuperar-o-rio-sao-bartolomeu>>. Acesso em: 15 de abr. de 2024.

UNESCO BRASIL. Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço. UNESCO Brasil, 2002.

VITOUSEK, Peter M. et al. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

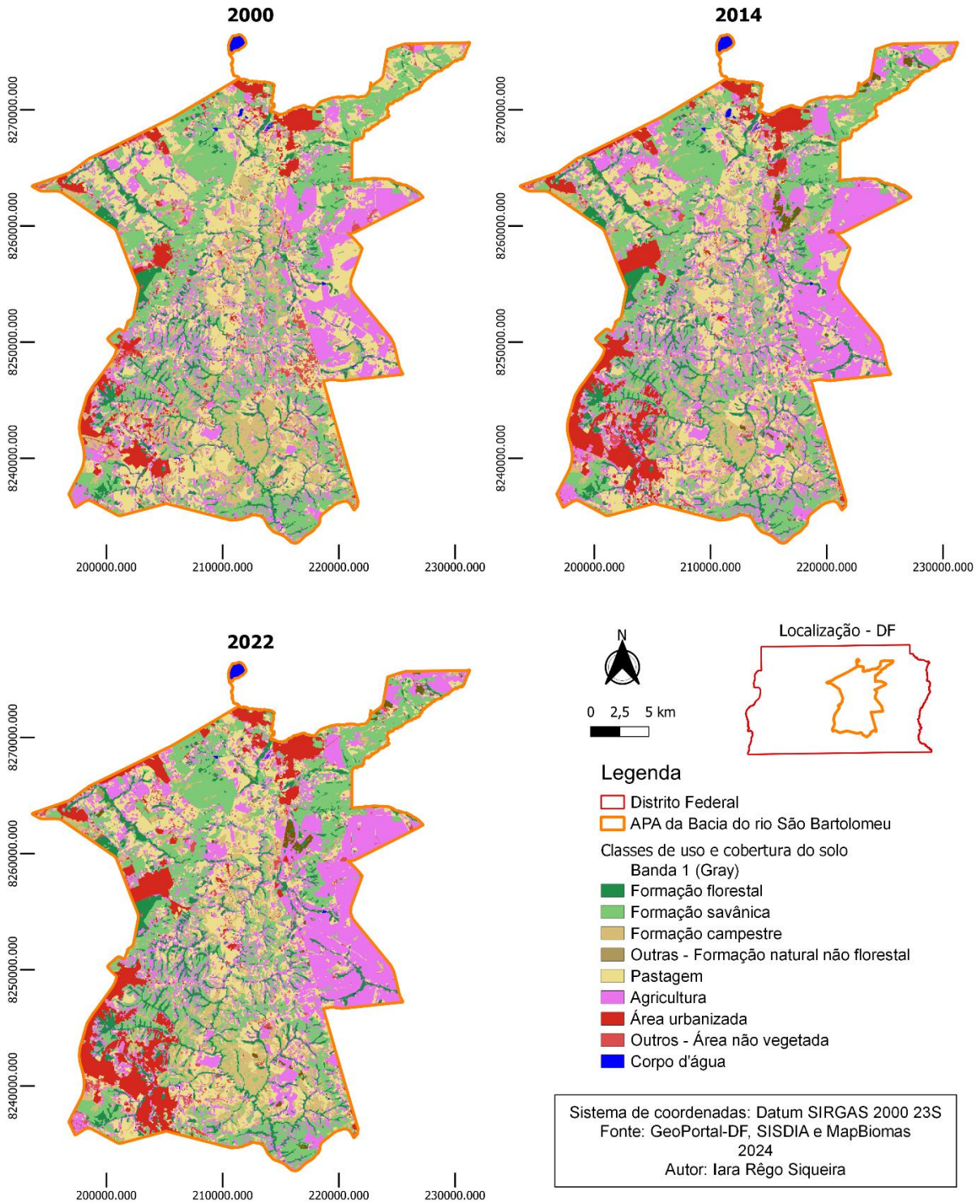
Você sabe o que é uma APA?. **Brasília Ambiental**, 2020. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/voce-sabe-o-que-e-uma-apa/>. Acesso em: 13 de mar. de 2024.

APÊNDICE A – VALORES E LEGENDA UTILIZADOS PARA A RECLASSIFICAÇÃO E ESTILIZAÇÃO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO DAS CAMADAS RASTER DO MAPBIOMAS.

Classes utilizadas	Classes		Cores
	correspondentes do MapBiomias	Valores de pixel	
Formação florestal	1.1	3	#1f8d49
Formação savânica	1.2	4	#7dc975
Formação campestre	2.2	12	#d6bc74
Outros - Formação natural não florestal	2.1; 2.6; 2.4; 2.3; e 2.5	11, 13, 29, 32 e 50	#ad975a
Pastagem	3.1	15	#edde8e
Agricultura	3.2; 3.2.1; 3.2.1.2; 3.4; 3.2.2.3; 3.2.2; 3.2.1.1; 3.2.1.3; 3.2.1.5; 3.2.2.1; 3.2.2.2; 3.2.2.4; 3.2.1.4	18, 19, 20, 21, 35, 36, 39, 40, 41, 46, 47, 48 e 62	#E974ED
Silvicultura	3.3	9	#7a5900
Área urbanizada	4.2	24	#d4271e
Outros - Área não vegetada	4.1; 4.4; e 4.3	23, 25 e 30	#db4d4f
Corpo d'água	5.1; e 5.2	31 e 33	#0000FF

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B – CLASSIFICAÇÃO DETALHADA DE USO E COBERTURA DO SOLO DA APA BRSB DE 2000, 2014 E 2022.



Fonte: Autoria própria.