

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MARCELO DURCI RODRIGUES

Unidades de Conservação, composição e estrutura da paisagem: estudo de caso
na região da Ilha do Bananal

São Carlos

2022

MARCELO DURCI RODRIGUES

Unidades de Conservação, composição e estrutura da paisagem: estudo de caso
na região da Ilha do Bananal

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2022

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

R696u	Rodrigues, Marcelo Durci Unidades de conservação, composição e estrutura da paisagem : estudo de caso na região da Ilha do Bananal / Marcelo Durci Rodrigues; orientador Victor Eduardo Lima Ranieri. -- São Carlos, 2022. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2022. 1. Fragmentação. 2. Desmatamento. 3. Biodiversidade. 4. Métricas de paisagem. 5. Araguaia. 6. Ilha do Bananal. 7. Unidades de conservação. 8. MapBiomas. I. Título.
-------	---

Elaborado por Elena Luzia Palloni Gonçalves – CRB 8/4464

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Marcelo Durci Rodrigues**

Data da Defesa: 24/11/2022

Comissão Julgadora:

Resultado:

Victor Eduardo Lima Ranieri (Orientador(a))

Aprovado

Rhennan Mecca Bontempi

Aprovado

Juliano José Corbi

Aprovado



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo o apoio, minha mãe Eliane, meu pai Carlos e minha irmã Isabela.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri, por todo suporte e confiança na realização desse trabalho.

A todos meus professores, especialmente o Prof. Dr. Marcelo Zaiat, por todo apoio e aprendizado ao longo da graduação.

A todos os amigos que me apoiaram, especialmente todos os que foram companheiros de residência.

.

RESUMO

RODRIGUES, M. D. **Unidades de Conservação, composição e estrutura da paisagem:** estudo de caso na região da Ilha do Bananal. 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

A fragmentação florestal e o desmatamento são as principais causas da extinção de espécies e perda da biodiversidade. Os biomas do Cerrado e da Amazônia são os mais afetados com esses fenômenos nas últimas décadas criando a necessidade de mecanismos para protegê-los, sendo um desses mecanismos a criação de Unidades de Conservação para a proteção dessas áreas. Esse estudo tem como objetivo observar a eficiência das UCs em proteger suas florestas do desmatamento e da fragmentação, adotando como área de estudo duas sub-bacias da divisão feita pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE): Sub-bacia Araguaia, a jusante da Ilha do Bananal; e Sub-bacia Araguaia, trecho da Ilha do Bananal. Utilizando conceitos da Ecologia de Paisagem, foram adotados cinco métricas para avaliar a variação da cobertura florestal total e seus fragmentos nas Unidades de Conservação e em quatro amostras de áreas externas não protegidas, sendo as métricas seguintes: área de cobertura do solo, proporção de cobertura do solo, área do maior fragmento, tamanho médio dos fragmentos e densidade dos fragmentos. Foi feita a comparação dessas variações através do uso do programa Qgis e de dados do MapBiomas, e a avaliação dos dados permitiu identificar níveis de desmatamento e fragmentação muito superior nas áreas não protegidas e, conseqüentemente, a capacidade das UCs, principalmente as de proteção integral, em proteger suas áreas florestais e a biodiversidade na região da Ilha do Bananal, com as áreas externas tendo média de mais de 40% de diminuição na sua área de formação florestal.

Palavras-chave: Fragmentação. Desmatamento. Biodiversidade. Métricas de paisagem. Araguaia. Ilha do Bananal. Unidades de Conservação. MapBiomas.

ABSTRACT

RODRIGUES, M. D. **Conservation units, composition and landscape structure: a case study on the region of Bananal Island.** 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Forest fragmentation and deforestation are the main causes of species extinction and loss of biodiversity. Biomes Cerrado and Amazon are the most affected by these phenomena over the last decade, making it necessary to have some mechanism to protect them. One of the mechanisms is the creation of Conservation Units (UC) to protect these areas. This study aims to evaluate the efficiency of the UCs in protecting their forest of deforestation and fragmentation, considering to sub-basins of the division created by the National Water and Electric Energy Department (DNAEE) as areas of the study: sub-basin Araguaia, downstream of the Bananal Island; sub-basin Araguaia, part of the Bananal Island. Using concepts from landscape ecology, five metrics are adopted to evaluate the variation of the total forest coverage and its fragments on the Conservation Units and in four samples of non-protected external areas, which are: land cover, landscape proportion, greatest patch area, mean patch area and patch density. A comparison of the variation is performed using Qgis software and data from MapBiomas. The evaluation of the data allowed the identification of higher levels of deforestation and fragmentation in non-protected areas and, by consequence, the ability of the UCs in protecting their forest areas, especially the ones with full protection, and the biodiversity on Bananal Island, with external areas having more than 40% of decrease in their areas of forest formation.

Key-words: Fragmentation. Deforestation. Biodiversity. Landscape metrics. Araguaia. Bananal Island. Conservation units. MapBiomas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sub bacias da área de estudo	33
Figura 2 – Variação da área total dos biomas da Amazônia e do Cerrado entre 1985 e 2021..	35
Figura 3 – Unidades de Conservação da área de estudo	36
Figura 4 – Amostras da área externa e das áreas protegidas nas sub-bacias do estudo.....	37
Figura 5 – Classe das legendas da coleção 6 do Mapbiomas	39
Figura 6 – Evolução da cobertura do solo na APA Leandro no período estudado.....	42
Figura 7 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na APA Leandro	43
Figura 8 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro	44
Figura 9 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro (Km ²)	44
Figura 10 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro (Km ²)	45
Figura 11 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro (Km ²)	45
Figura 12 – Evolução da cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia no período Estudado.....	46
Figura 13 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia	47
Figura 14 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia	48

Figura 15 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (Km ²)	48
Figura 16 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (Km ²)	49
Figura 17 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (Km ²)	49
Figura 18 – Evolução da cobertura do solo na RPPN Bico do Javaés no período estudado	50
Figura 19 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na RPPN Bico do Javaés	51
Figura 20 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés	52
Figura 21 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (Km ²)	52
Figura 22 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (Km ²)	52
Figura 23 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (Km ²)	53
Figura 24 – Evolução da cobertura do solo no RVS Corixão da Mata Azul no período Estudado.....	55
Figura 25 – Porcentagem das classes de cobertura do solo no RVS Corixão da Mata Azul.....	56
Figura 26 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul	57

Figura 27 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (Km ²)	57
Figura 28 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (Km ²)	57
Figura 29 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (Km ²)	58
Figura 30 – Evolução da cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia no período Estudado.....	59
Figura 31 – Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia.....	60
Figura 32 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia	61
Figura 33 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (Km ²)	61
Figura 34 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (Km ²)	61
Figura 35 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (Km ²)	62
Figura 36 – Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul no período estudado	63
Figura 37 – Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul...	64
Figura 38 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul	65

Figura 39 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (Km ²)	65
Figura 40 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (Km ²)	65
Figura 41 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (Km ²)	66
Figura 42 – Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia no período Estudado.....	67
Figura 43 – Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia.....	68
Figura 44 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia	69
Figura 45 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (Km ²)	69
Figura 46 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (Km ²)	69
Figura 47 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (Km ²)	70
Figura 48 – Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão no período Estudado.....	71
Figura 49 – Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão	72
Figura 50 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão.....	73

Figura 51 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (Km²).....73

Figura 52 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (Km²).....74

Figura 53 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (Km²).....74

Figura 54 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 1.....76

Figura 55 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1.....76

Figura 56 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Km²).....77

Figura 57 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Km²).....77

Figura 58 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Km²).....78

Figura 59 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 2.....79

Figura 60 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2.....80

Figura 61 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Km²).....80

Figura 62 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Km²).....81

Figura 63 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Km²).....	81
Figura 64 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 3.....	83
Figura 65 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3.....	83
Figura 66 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Km²).....	84
Figura 67 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Km²).....	84
Figura 68 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Km²).....	84
Figura 69 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 4.....	86
Figura 70 – Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4.....	86
Figura 71 – Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Km²).....	87
Figura 72 – Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Km²).....	87
Figura 73 – Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Km²).....	87
Figura 74 – Variação percentual média e agrupada da área das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada.....	89

Figura 75 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área total da subclasse formação florestal.....	90
Figura 76 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área total da subclasse formação savânica.....	90
Figura 77 – Variação percentual média e agrupada da área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada.....	91
Figura 78 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área do maior fragmento da subclasse formação florestal.....	92
Figura 79 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área do maior fragmento da subclasse formação savânica.....	92
Figura 80 – Variação percentual média e agrupada da área média dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada.....	93
Figura 81 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área média dos fragmentos da subclasse formação florestal.....	94
Figura 82 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da área média dos fragmentos da subclasse formação savânica.....	94
Figura 83 – Variação percentual média e agrupada da densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada.....	95
Figura 84 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da densidade dos fragmentos da subclasse formação florestal.....	96
Figura 85 – Variação percentual nas UCs e áreas externas da densidade dos fragmentos da subclasse formação savânica.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias de UCs de proteção integral na Lei segundo o SNUC	29
Tabela 2 – Categorias de UCs de uso sustentável na Lei segundo o SNUC	30
Tabela 3 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na APA Leandro (Km ²).....	43
Tabela 4 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia (Km ²).....	47
Tabela 5 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na RPPN Bico do Javaés (Km ²).....	51
Tabela 6 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no RVS Corixão da Mata azul (Km ²).....	56
Tabela 7 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia (Km ²).....	60
Tabela 8 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul (Km ²).....	64
Tabela 9 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia (Km ²).....	68
Tabela 10 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão (Km ²).....	72
Tabela 11 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 1 (Km ²).....	75
Tabela 12 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 2 (Km ²).....	79
Tabela 13 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 3 (Km ²).....	82

Tabela 14 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 4
(Km²).....85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 Ecologia de paisagem.....	27
2.2 Fragmentação	27
2.3 Unidades de Conservação	29
3 Objetivos.....	31
4 Metodologia.....	33
4.1 Área de estudo.....	33
4.2 Área externa.....	36
4.3 Conjunto de dados.....	37
4.4 Análise de dados.....	38
5 Resultados e Discussão.....	41
5.1 Unidades de Conservação de uso sustentável.....	41
5.1.1 Área de Proteção Ambiental Leandro.....	41
5.1.2 Área de Proteção Ambiental Meandros do Araguaia.....	45
5.1.3 Reserva Particular do Patrimônio Natural do Bico do Javaés.....	49
5.2 Unidades de Conservação de proteção integral.....	54
5.2.1 Refúgio da Vida Silvestre Corixão da Mata Azul.....	54
5.2.2 Parque Nacional do Araguaia.....	58
5.2.3 Parque Estadual da Serra Azul.....	62
5.2.4 Parque Estadual do Araguaia.....	66
5.2.5 Parque Estadual do Cantão.....	70
5.3 Áreas externas.....	75
5.3.1 Área externa 1.....	75
5.3.2 Área externa 2.....	78
5.3.3 Área externa 3.....	82
5.3.4 Área externa 4.....	85
5.4 Análise dos grupos de áreas estudadas.....	88
5.4.1 Variação da cobertura do solo.....	88
5.4.2 Variação da área do maior fragmento.....	91

5.4.3 Variação do tamanho médio dos fragmentos.....	93
5.4.4 Variação da densidade dos fragmentos.....	95
5.5 Discussão.....	97
6. Conclusão.....	101
REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

O ambiente natural em todo o planeta vem sofrendo grande perda de biodiversidade devido a destruição ambiental que vem aumentando em velocidade acelerada (ERLE; PONTIUS, 2007). Essa perda de biodiversidade tem como uma das principais causas a fragmentação e perda de habitats naturais (NEWBOLD et al., 2015), fenômeno que também é um dos principais causadores da extinção de espécies (MAGIOLI, 2016), pois o aumento da fragmentação dos habitats naturais causa o isolamento de pequenas populações em fragmentos da vegetação (FAHRIG, 2003). Dessa forma, esse cenário mundial causou um aumento nas últimas décadas no interesse de estudo dessa fragmentação.

As mudanças causadas pela fragmentação alteram a estrutura e dinâmica dos ecossistemas devido a mudanças causadas no padrão de natalidade e mortalidade de diferentes espécies (SCHELHAS; GREENBERG, 1996).

A proteção das áreas naturais surgiu como uma das principais estratégias para preservação da natureza, visando garantir a sobrevivência das espécies em geral e a produção benéfica em base sustentável para as atuais e futuras gerações; essa proteção atua no manejo do uso humano da natureza, com utilização sustentável e restauração do ambiente, mantendo a preservação e manutenção do mesmo (BRASIL, 2000).

As Unidades de Conservação podem ser protegidas por leis federal, estadual, distrital e municipal, sendo uma alternativa adotada em todo o território brasileiro como forma de preservar o habitat natural. De acordo com os dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente, dados do 2º semestre de 2022, existem 2659 UCs pelo Brasil, sendo o bioma da Amazônia o que contém a maior proporção de áreas protegidas, 27,98%, enquanto o Cerrado tem 8,61% de sua área total protegida (BRASIL, 2022).

Dessa forma, esse estudo analisa as UCs de duas sub-bacias da região da Ilha do Bananal, maior ilha fluvial do mundo, sendo assim uma região de extrema importância ecológica e para biodiversidade das espécies; e por ser uma região de transição entre os biomas do Cerrado e da Amazônia na qual suas Unidades de Conservação vem sofrendo com o desmatamento e avanço da agropecuária. No período entre 2000 e 2015 a região do Bananal teve 315,8 Km² de habitats desmatados em suas áreas protegidas, sendo 88% convertido em pastagem e 12% em agricultura (OLIVEIRA et al., 2019). Portanto busca-se através desse

estudo contribuir para discussão da importância dessas Unidades de Conservação para amenizar os efeitos do desmatamento e fragmentação nessa região.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir será abordado a revisão bibliográfica de temas importantes para a compreensão e análise dos resultados obtidos nesse trabalho, trazendo uma breve contextualização de ecologia de paisagem, fragmentação e Unidades de Conservação.

2.1 Ecologia de paisagem

O termo Ecologia de Paisagem foi criado em 1939 pelo geógrafo alemão Carl Troll (METZGER, 1999), e pode ser entendida como estudo de dinâmica, função e estrutura de áreas heterogêneas formadas por ecossistemas interativos (FORMAN; GODRON, 1986).

A partir da década de 1980, ecólogos e biogeógrafos norte-americanos começaram a focar na ecologia espacial de paisagem para aplicar os conceitos da Ecologia de paisagem, adotando uma abordagem mais “ecológica” para entender as consequências do padrão e da heterogeneidade expressadas espacialmente; diferenciando dessa forma da ecologia humana de paisagens, focada nas interações do homem com seu ambiente e que apresenta uma abordagem mais “geográfica” (METZGER, 2001). No trabalho foi usada a abordagem ecológica para se obter o objetivo proposto.

Dessa forma, a estrutura de paisagem se relaciona à maneira como se interagem os fatores antrópicos, biológicos e físicos de um determinado espaço através do conjunto de diferentes unidades de paisagem (TURNER, 1989); e para analisar essa estrutura é necessário medir os padrões espaciais usando as métricas, ou índices, de paisagem (METZGER, 2006).

Quanto às métricas de paisagem existem duas formas de categorizar a quantificação dos padrões espaciais: os parâmetros de composição, no qual é possível determinar o grau de dominância espacial na paisagem através das unidades de uso e cobertura do solo, da riqueza e da área ocupada por elas; e os parâmetros de configuração que avaliam a área, a conectividade, o formato, o isolamento e a fragmentação e frequência de contato dessas unidades para avaliar o arranjo espacial da área (METZGER, 2006). No trabalho será usada a métrica de cobertura total de cada classe no solo e sua porcentagem, parâmetros de composição; e as métricas de tamanho da maior mancha, tamanho médio das manchas e densidade de fragmentos, parâmetros de configuração.

2.2 Fragmentação

Um dos processos capaz de transformar a estrutura de paisagem é a fragmentação, fator que substitui os habitats contínuos por habitats divididos em fragmentos que, quando isolados, podem causar para grandes partes das espécies a criação de habitats ruins para sua sobrevivência (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003). Para garantir a manutenção da biodiversidade e dos recursos hídricos, é de extrema importância ter conhecimento sobre a distribuição dos fragmentos florestais presentes na área (PEREIRA; FRANCELINO; QUEIROZ, 2017).

Alguns dos impactos causados pelo avanço da fragmentação florestal são: mudanças nas interações ecológicas das espécies, criação de espaços com escassez de diversidade de habitats, manchas isoladas geograficamente, potencialização do efeito de borda e perda de habitats das espécies locais (PIROVANI et al., 2014). Dessa forma, a fragmentação é uma das principais causas da perda da biodiversidade (MAGIOLI et al., 2016; TANNIER et al., 2016).

A estabilidade aparente de uma paisagem surge em meio a vários estágios de destruição e regeneração, estabilizando através da resistência à distúrbios e capacidade de regeneração, criando assim um equilíbrio (NOSS, 1983). Para exemplificar esse equilíbrio, temos os elementos estabilizadores que são ecossistemas com grande biodiversidade, como as florestas; e os elementos desestabilizadores pobre em espécies, como terras agrícolas (PETCH; KOLEJKA, 1993).

Nesse equilíbrio, quando ocorre a recuperação na mancha dos distúrbios sofridos, ocorre uma homogeneidade horizontal, enquanto a estrutura vertical se torna mais heterogênea (SELMAN; DOAR, 1992). Quando o distúrbio é moderado ocasiona uma fragmentação na área, aumentando o número de manchas e diminuindo a média de tamanho delas; no entanto quando esse distúrbio é muito severo pode ocorrer a eliminação da maioria dos fragmentos, deixando a paisagem mais homogênea, porém extremamente devastada (FORMAN; GODRON, 1986).

Quando o fragmento, também chamado de mancha, é de tamanho grande se torna um dos responsáveis por manter os processos ecológicos de larga escala e a biodiversidade (FORMAN; GODRON, 1986). Já quando o fragmento é pequeno eles podem funcionar como elementos de ligação entre grandes áreas, apesar da diminuição da sua função ecológica, podendo funcionar como refúgio de espécies que demandam ambientes específicos que ocorrem nessas áreas além de aumentar o nível de heterogeneidade na matriz (FORMAN; GODRON, 1986).

Dessa forma, é nítido a importância de controlar o avanço da fragmentação para preservar as espécies e a biodiversidade. Para isso, é necessário obter métricas para analisar a estrutura de paisagem para possibilitar a comparação de diferentes áreas e suas alterações mais importantes ao longo do tempo (McGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012).

2.3 Unidades de conservação

As unidades de conservação são definidas como espaço territorial de limites definidos legalmente instituído pelo Poder Público com objetivo de conservação de seus recursos ambientais, no qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Essa definição é dada pela Lei 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), descrita a seguir:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

O SNUC tem como objetivo principal a colaboração para preservar a biodiversidade, além de promover a educação ambiental e desenvolvimento sustentável; a recreação e o turismo ecológico; e a defesa dos recursos naturais dos quais são necessários para a subsistência das populações tradicionais (BRASIL, 2000). Existem dois grupos diferentes de unidades de conservação: Unidades de Conservação de proteção integral, com cinco categorias; e Unidade de uso sustentável, com sete categorias (BRASIL, 2000).

Tabela 1: Categorias de UCs de proteção integral na Lei segundo o SNUC

Estação Ecológica	Uso apenas para pesquisas científicas e a preservação é permanente, sendo proibida a visitação pública sem cunho educacional.
Parque Nacional, Estadual ou Municipal	Objetivo de preservar os ecossistemas e com a permissão de turismo ecológico e recreação de acordo com o Plano de Manejo proposto.
Reserva Biológica	Objetivo de proteger integralmente sua biota, sendo permitido mudanças apenas com a finalidade de recuperar o ambiente natural pré-existente e acesso apenas para fins educacionais.
Monumento Natural	Objetivo de preservar sítios naturais raros.
Refúgio da Vida Silvestre	Objetivo de dar condições para a existência e reprodução da fauna residente ou migratória e da flora local, protegendo os ambientes naturais do local.

Fonte: Brasil (2000)

Já as unidades consideradas pelo SNUC como de uso sustentável são as que buscam aliar o uso sustentável de uma parcela dos recursos naturais e a preservação da natureza, sendo sete categorias no total (SILVA, 2005), citadas a seguir.

Tabela 2: Categorias de UCs de uso sustentável na Lei segundo o SNUC

Área de Proteção Ambiental	Visa assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais em uma área normalmente extensa, com ocupação humana e diversidade biológica de suas características bióticas e abióticas
Floresta Nacional	Visa a utilização sustentável dos recursos naturais e incentivo às pesquisas científicas; sendo sua área na totalidade de domínio público, com visitação permitida, e com cobertura florestal e espécies nativas, servindo também de moradia de comunidades tradicionais
Reserva Extrativista	Visa assegurar o uso sustentável dos recursos naturais pela população tradicional local que sobrevive no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Apesar de ser de domínio público o uso é concedido às populações extrativistas tradicionais
Área de Relevante Interesse Ecológico	É uma pequena extensão com características extraordinárias que serve de abrigo para espécies raras, sendo a categoria menos representativa
Reserva Particular do Patrimônio Natural	É permitida pesquisa científica e visitação turística, educacional e recreativa. Foi criada em terra particulares e permiti apenas o uso indireto dos recursos naturais, podendo ser dirigida pelo proprietário com proteção integral
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Visa garantir os meios necessário para a qualidade de vida das populações tradicionais através da preservação da natureza, da exploração sustentável dos recursos naturais, conservação e aperfeiçoamento das técnicas de manejo do ambiente.
Reserva de Fauna	Apresenta manejo econômico sustentável de uma área natural com espécies nativas, aquáticas ou terrestres, residentes ou migratórias, sendo totalmente de domínio público

Fonte: Brasil (2000)

Alguns trabalhos da literatura abordam a eficiência das áreas protegidas em comparação com áreas não protegidas, como Araújo et al. (2017) e Moreira, Collicchio e Gamba (2019) que analisam o desmatamento e avanço da agropecuária na APA Leandro; Zanchetta (2021) que analisa a eficiência das RPPNs no estado de Rondônia; e Melo e Martins (2020) que analisam a APA Meandros do Araguaia.

3 Objetivos

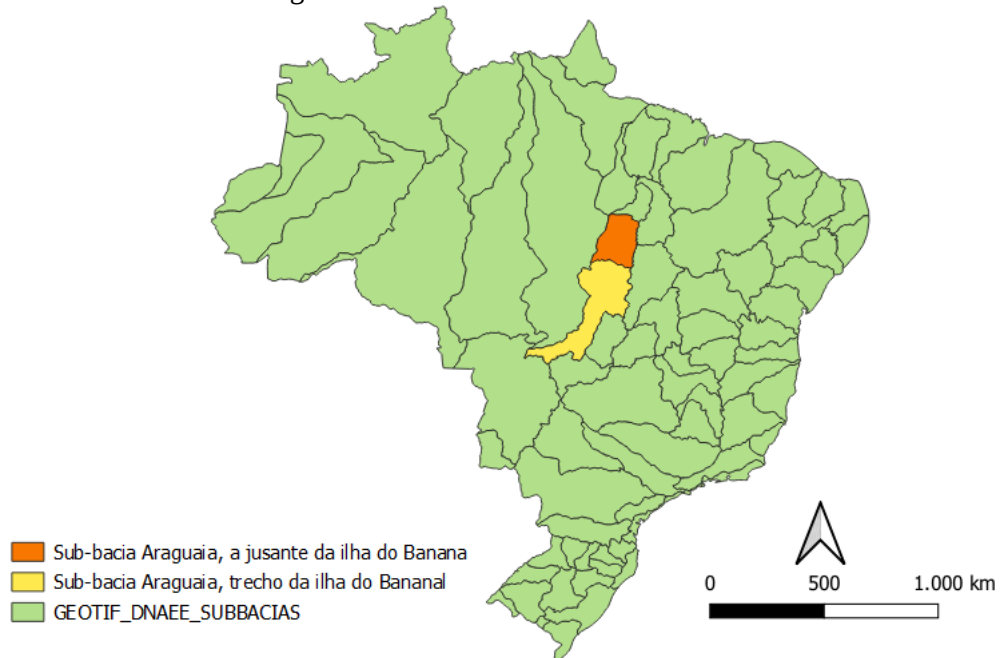
O estudo tem como objetivo analisar a contribuição das Unidades de Conservação em duas sub-bacias na região da Ilha do Bananal para a manutenção da biodiversidade considerando a composição e estrutura da paisagem entre os anos de 1990 e 2020.

4 Metodologia

4.1 Área de estudo

A área de estudo do projeto foi obtida através da divisão feita em 1972 pelo então Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica(DNAEE), na qual foram selecionadas duas das sub-bacias definidas nessa divisão, a sub-bacia Araguaia, trecho da Ilha do Bananal; e Araguaia, a jusante da Ilha do bananal. Ambas localizadas no interior da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins (DNAEE).

Figura 1 – Sub-bacias da área de estudo



Fonte: Autoria própria.

A sub-bacia do Araguaia, trecho da Ilha do Bananal apresenta área de 148694 Km²; enquanto a sub-bacia Araguaia, a jusante da Ilha do Bananal tem 70243 Km² (MARCUIZZO, 2017). A área de estudo total possui, portanto, 218937 Km², representando 29,92% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, e 2,63% da área total do território brasileiro (MARCUIZZO, 2017). Além disso a área apresenta biomas do Cerrado, Amazônia e área de transição entres esses dois biomas; e na área tem a região oeste de Tocantins, sudeste do Pará, leste do Mato Grosso e uma pequena área à noroeste de Goiás.

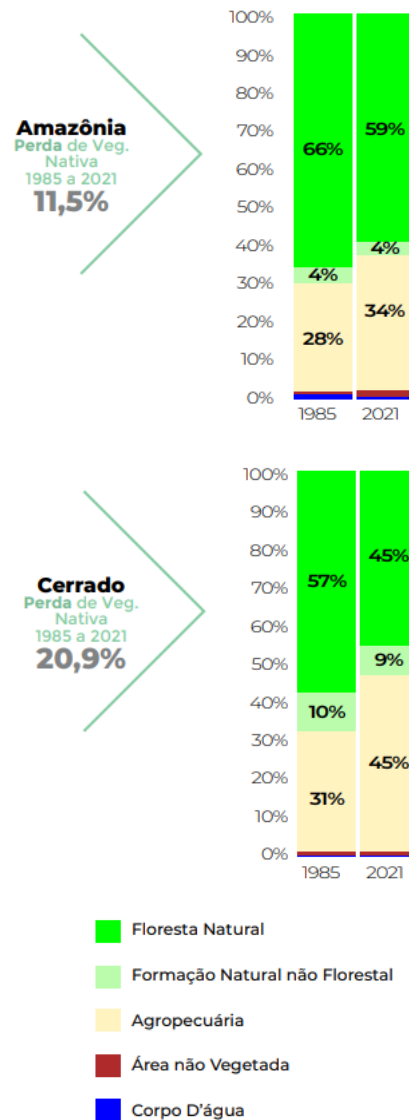
A região da área de estudo, transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, faz parte de uma zona de tensão na América do Sul formada por um mosaico de savanas e florestas

(RATTER, 1973), zona que coincide com o “arco do desmatamento” no qual margeia os limites sudeste, sul e sudoeste da Bacia Amazônica (FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005). Essa transição entre o Cerrado-Amazônia representa 4,85% do território do país, sendo que 60% de sua área está desmatada, e apresenta a maior concentração de matas secas do país (BRASIL, 2022) .

A Ilha do Bananal, presente na área de estudo, está localizada no Tocantins que é o segundo estado com maior crescimento na produção de grãos desde 2013 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020), sendo que neste mesmo período a Área de Proteção Ambiental (APA) Ilha do Bananal-Cantão apresentou um crescimento anual médio de área plantada de grãos de 43%. Além disso, a APA Leandro, também presente na região, apareceu em primeiro lugar em 2016 nas reservas mais afetadas por estradas não oficiais (INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON, 2016).

Os dois biomas da área de estudo, o Cerrado e a Amazônia, representam dois dos três biomas com maior perda de vegetação no período de 1985-2021, como mostra os gráficos a seguir:

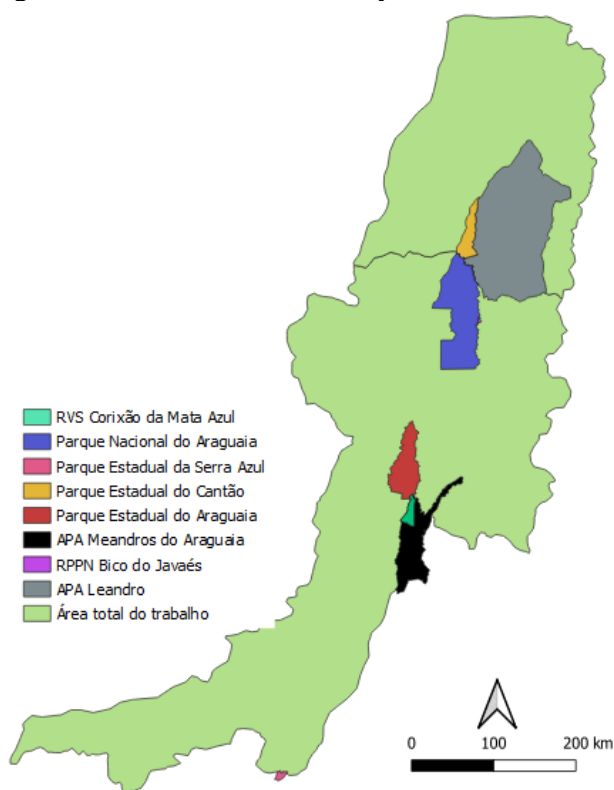
Figura 2 – Variação da área total dos biomas da Amazônia e do Cerrado entre 1985 e 2021



Fonte: Mapbiomas (2022)

Dentro da área de estudo estipulada, existem oito Unidades de Conservação nas quais serão parte da pesquisa, sendo três delas de uso sustentável e cinco Unidade de Conservação integral. As de uso sustentável são Área de Proteção Ambiental Leandro, Reserva Particular do Patrimônio Natural Bico do Javaés e Área de Proteção Ambiental Meandros do Araguaia; e as de proteção integral são Refúgio de Vida Silvestre Corixão da Mata Azul, Parque Nacional do Araguaia, Parque Estadual do Araguaia, Parque Estadual do Cantão e Parque Estadual da Serra Azul.

Figura 3 – Unidades de conservação da área de estudo



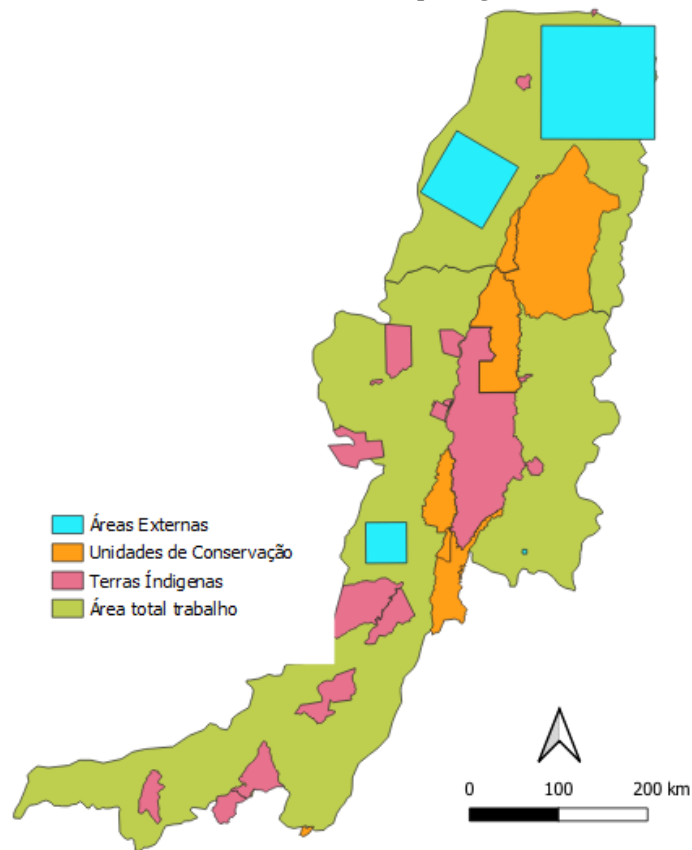
Fonte: Autoria própria.

4.2 Área externa

Para fazer a comparação de desmatamento entre as Unidades de conservação e áreas não protegidas foram delimitadas quatro regiões externas de diferentes tamanhos que foram consideradas áreas de controle. Para determinar as dimensões das regiões externas foram feitas uma com área semelhante à maior Uc, no caso a APA Leandro, uma semelhante à menor Uc, a RPPN Bico do Javaés, e duas com áreas proporcionalmente inseridas entre a maior e menor região externa. Em todas as quatro foi adotado como formato quadrados perfeitos.

Além disso, é importante ressaltar que para essa determinação foram levadas em consideração as Terras Indígenas presentes na área de estudo, pois representam áreas protegidas e, portanto, iriam interferir nos resultados caso estivesse dentro da área externa.

Figura 4 – Amostras da área externa e das áreas protegidas nas sub-bacias do estudo



Fonte: Autoria própria.

4.3 Conjunto de dados

Para realizar a análise do estudo foram utilizados dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas), projeto criado em 2015 que contém dados de uso e ocupação do solo de 1985 a 2020. Esse projeto é constantemente atualizado, e no estudo foi usado a coleção 6 do MapBiomas, sendo a classificação dos dados feitas automaticamente por mosaicos Landsat com resolução de 30 metros por pixel, gerando mapas no formato Geotiff. É importante ressaltar que, pelo fato do pixel ter 30 metros, as métricas de fragmentos podem não representar totalmente a realidade, pois áreas desmatadas com menos de 30 metros de comprimento, como estradas irregulares, não divide o fragmento ao analisar no QGIS.

A análise apresentada nesse trabalho é referente à estudos de dados nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Essa base de dados foi obtida na plataforma de análise geoespacial,

baseada na nuvem Google Earth Engine (GEE), disponível em diferentes recortes de tempo e em períodos de importantes mudanças na legislação como de 2012 a 2020, quando foi aprovado o novo código florestal.

Nesse estudo, os shapefiles das sub bacias e das Unidades de conservação foram obtidos no Catálogo de Metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento básico (ANA) e, em seguida, trabalhados no software de licença livre Quantum GIS (QGIS), no qual foram selecionados as duas sub-bacias e oito UCs do estudo. No QGIS, foi usado para colher os dados a extensão Landscape Ecology Statistics (LecoS) (JUNG, 2016), sendo essa extensão uma simulação do programa de cálculo de métricas FRAGSTATS (MCGARIGAL, 1995).

4.4 Análise dos dados

Para realizar a análise dos dados, foi feito no QGIS a extração dos dados presentes nos rasters obtidos do MapBimas, por meio do GEE. Para isso foram adicionadas as camadas shapefiles das Unidades de Conservação através da base da ANA e das áreas externas, de autoria própria, e executado o comando “extrair por camada de máscara” com os arquivos rasters que continham as informações de uso e ocupação dos anos do MapBiomass de 1990, 2000, 2010 e 2020. Após esse passo, ficou-se com quatro camadas raster de cada uma das Unidades de Conservação da região de estudo, sendo essas camadas, posteriormente, usadas individualmente no LecoS, com tamanho de célula de 30 metros, para a obtenção das métricas do estudo. O Datum utilizado no trabalho foi SIRGAS 2000.

As métricas escolhidas para o estudo das classes presentes nas áreas de estudo foram de cobertura de paisagem (Km^2), proporção de paisagem (%), área do maior fragmento (Km^2), área média dos fragmentos (Km^2) e, por fim, densidade do fragmento (Um/Km^2). Esse conjunto de métricas estão descritas no trabalho de McGarigal, Cushman e Ene (2012), e abrange aspectos de composição e estrutura de paisagem.

Para a análise das métricas iremos dividir em três grupos as áreas de estudo, três UCs de uso sustentável, cinco de uso restrito e quatro áreas externa. Para a análise usaremos para métrica de porcentagem o agrupamento de uso de solo do Mapbiomas mostrado na tabela a seguir, dividindo em cinco classes: floresta, formação natural não florestal, agropecuária, área não vegetada e corpo d'água:

Figura 5 – Classe das legendas da coleção 6 do Mapbiomas

COLEÇÃO 6	
1. Floresta	
1.1. Formação Florestal	
1.2. Formação Savânica	
1.3. Mangue	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	
2. Formação Natural não Florestal	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	
2.2. Formação Campestre	
2.3. Apicum	
2.4. Afloramento Rochoso	
2.5. Outras Formações não Florestais	
3. Agropecuária	
3.1. Pastagem	
3.2. Agricultura	
3.2.1. Lavoura Temporária	
3.2.1.1. Soja	
3.2.1.2. Cana	
3.2.1.3. Arroz (beta)	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	
3.2.2. Lavoura Perene	
3.2.2.1. Café (beta)	
3.2.2.2. Citrus (beta)	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	
3.3. Silvicultura	
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	
4. Área não Vegetada	
4.1. Praia, Duna e Areal	
4.2. Área Urbanizada	
4.3. Mineração	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	
5. Corpo D'água	
5.1. Rio, Lago e Oceano	
5.2. Aquicultura	
6. Não Observado	

Fonte: Mapbiomas (2021)

Para analisar os resultados de maneira conjunta foi estabelecido porcentagens de ganho ou perda das métricas de cobertura do solo, área do maior fragmento, tamanho médio dos fragmentos e densidade das manchas. Para isso foi usado o valor referente ao ano de 1990 como base e o valor de 2020 para analisar se houve aumento ou diminuição, dividindo o valor de 2020 pelo valor de 1990 para se obter a variação percentual das métricas. Após isso foi calculado a média dessas variações agrupando as áreas externas, UCs de uso sustentável e UCs de proteção integral para comparar qual foi mais eficiente. Foram analisadas de maneira agrupada apenas as subclasses presentes nas classes florestais e formação natural não vegetada.

Para evitar alterações na média, as subclasses que apresentavam em determinada área menos de 1,5% da cobertura vegetal no ano de 1990 não foi considerado para análise. Dessa forma as subclasses de formação campestre e campo alagado em algumas áreas estudadas não entraram na média, o que pode ter causado alterações no que era esperado.

A subclasse de campo alagado das seguintes áreas estudadas não entrou na média: área externa 1, área externa 2, área externa 4, Parque Estadual da Serra Azul e RPPN Bico do Javaés. Dessa forma a única área externa que tinha mais de 1,5% de campo alagado em 1990, sendo assim considerada a média desse grupo para campo alagado, é a área externa 3.

Já a subclasse de formação campestre, as seguintes áreas estudadas não entraram na média dos grupos: área externa 2, área externa 4, Parque Estadual da Serra Azul, RPPN Bico do Javaés. Por fim as subclasses florestais de formação florestal e formação savânica apresentaram mais de 1,5% do total em todas as áreas estudadas.

5 Resultados e discussões

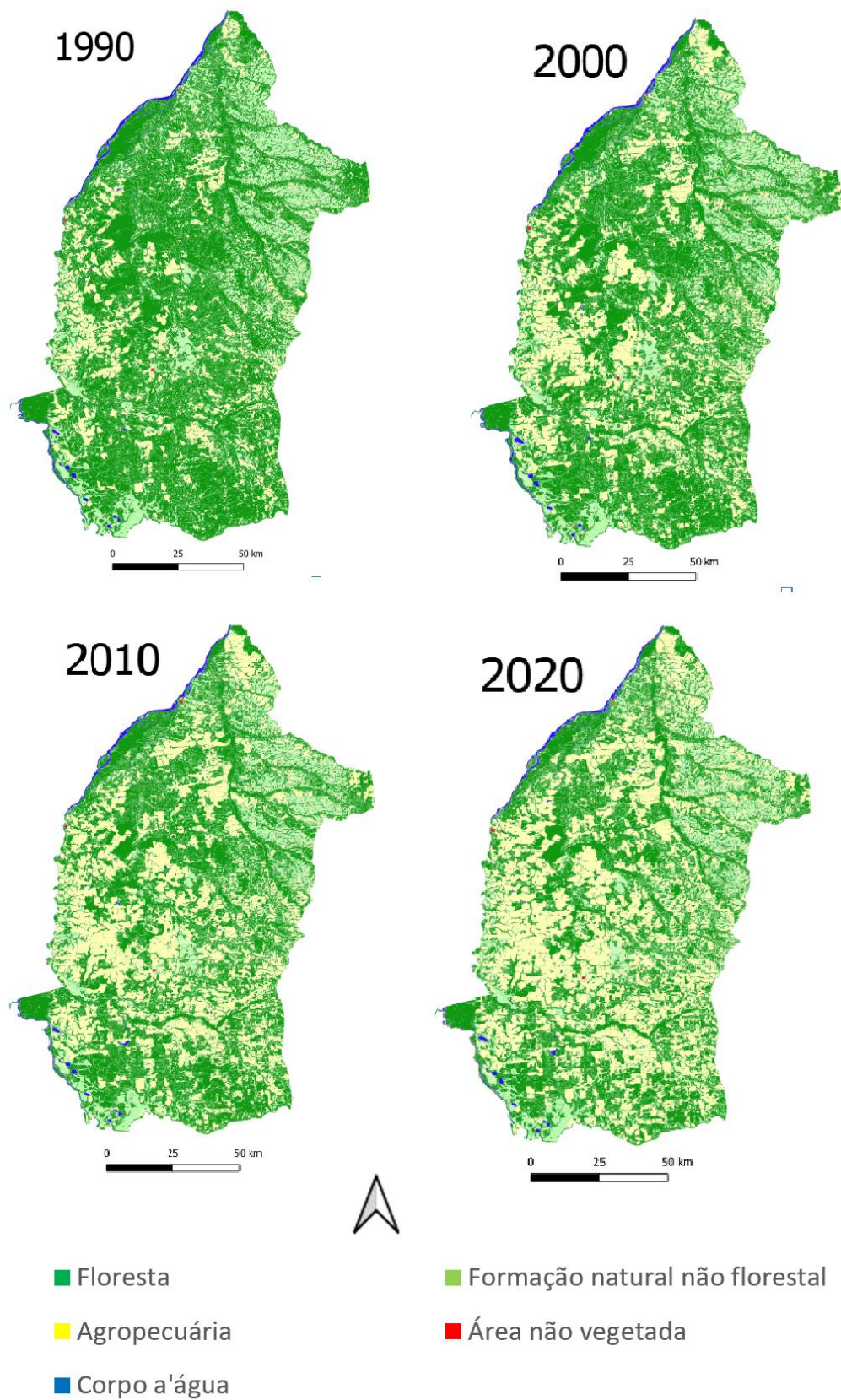
5.1 Unidades de Conservação de uso sustentável

As três Unidades de Conservação de uso sustentável que serão analisadas são as APAs Leandro e Meandros do Araguaia, e a RPPN Bico do javaés.

5.1.1 Área de Proteção Ambiental Leandro

Criada em 1997 e com gestão estadual, a APA Leandro é a maior UC do estado do Tocantins, com 16780 Km² (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL) e apresenta a seguinte distribuição de uso de solo e porcentagem de cada classe em sua área nos anos de estudo.

Figura 6: Evolução da cobertura do solo na APA Leandro no período estudado



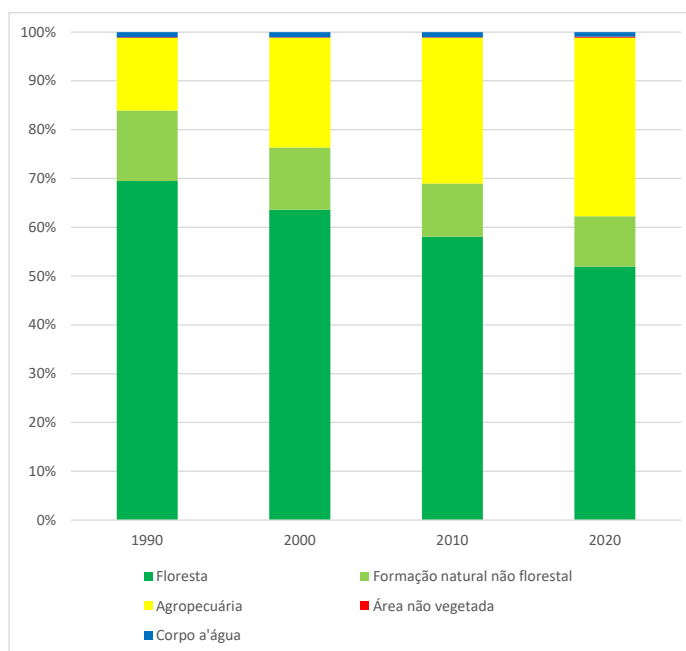
Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na APA Leandro (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	3364,89	3170,73	2962,25	2830,90
Formação savânica	7766,69	7016,96	6343,13	5494,02
Campo alagado	538,12	530,66	509,26	494,74
Formação campestre	1777,30	1515,57	1232,93	1155,85
Pastagem	1625,19	3346,30	4628,45	4434,51
Mosaico agricultura	760,86	256,43	139,15	350,38
Urbanização	3,65	4,65	4,95	5,05
Outras áreas não vegetadas	13,84	9,06	9,48	26,82
Rio e lago	171,92	170,95	167,71	152,96
Soja	-	-	23,44	1036,08
Arroz	-	-	-	7,95
Outras lavouras	-	-	1,73	33,22

Fonte: Autoria própria

Figura 7 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na APA Leandro

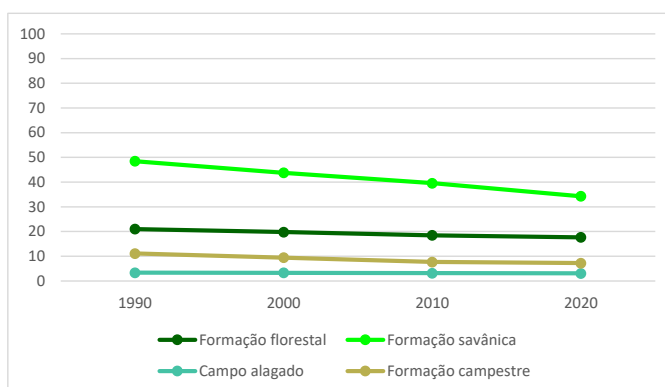


Fonte: Autoria própria

É possível observar uma perda de floresta na APA Leandro ao longo das últimas décadas, sendo a maior quantidade de cobertura vegetal perdida entre 2010 e 2020, com uma diminuição de 131,35 Km². Nesse período, mais especificamente entre 2012 e 2015, a APA Leandro estava entre as dez UCs mais desmatadas da Amazônia Legal (ARAÚJO et al., 2017).

Os gráficos e tabelas a seguir mostrarão os dados das métricas restantes de maior fragmento, tamanho médio de fragmento e densidade de fragmento das subclasses que compõem floresta e formação natural não vegetada.

Figura 8: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro



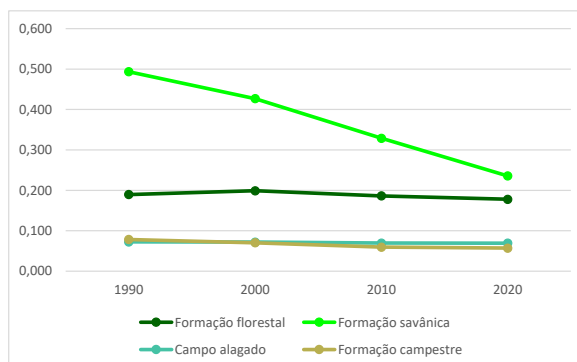
Fonte: Autoria própria

Figura 9: Área do maior fragmento de cada subclasse presente nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro



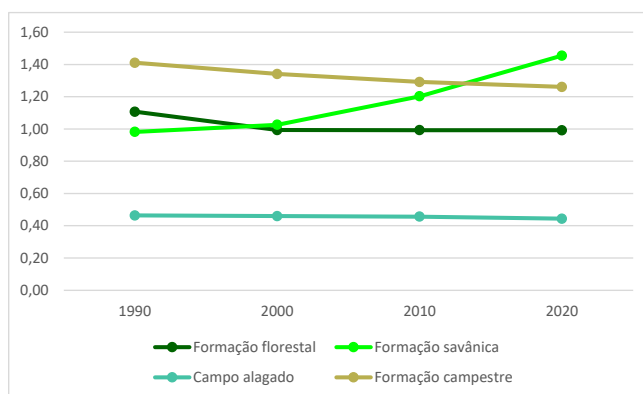
Fonte: Autoria própria

Figura 10: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 11: Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Leandro (Frag/Km²)



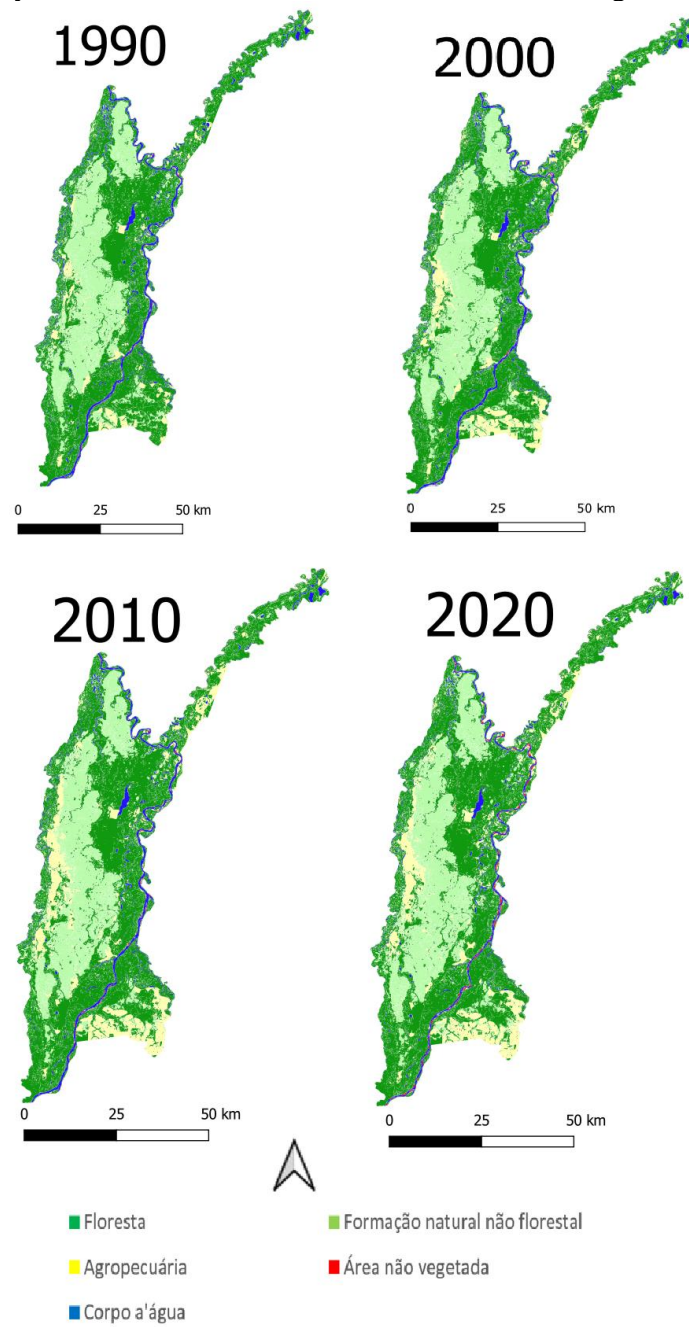
Fonte: Autoria própria

Analizando os dados obtidos na APA Leandro, fica nítido que a subclasse de formação savânica, com maior porcentagem de cobertura do solo entre as quatro analisadas, além de sofrer diminuição de sua área total, sofreu intenso processo de fragmentação ao longo do período estudado, devido ao fato de sua área do maior fragmento e tamanho médio dos fragmentos terem sofrido uma intensa redução, sendo que ao mesmo tempo sua densidade de fragmentos sofreu aumento.

5.1.2 Área de Proteção Ambiental Meandros do Araguaia

A APA Meandros do Araguaia foi criada em 1998 e possui 3571,26 Km² de território (ISA), com área nos estados do Tocantins, Goiás e Mato Grosso, e apresenta a seguinte distribuição de uso do solo e porcentagem de classes dentro de sua área.

Figura 12: Evolução da cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia no período estudado



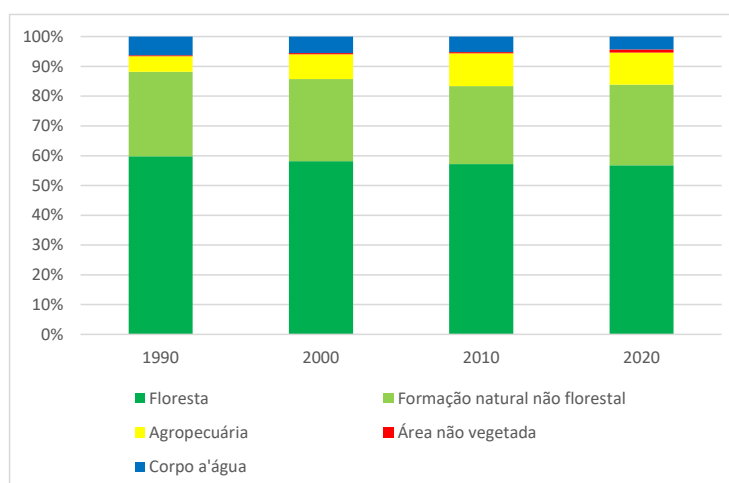
Fonte: Autoria própria

Tabela 4: Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	876,13	846,71	775,27	802,28
Formação savânica	1342,36	1312,32	1348,05	1304,86
Campo alagado	610,42	606,66	549,21	601,08
Formação campestre	443,24	416,90	375,67	403,41
Pastagem	111,82	251,34	359,91	276,08
Mosaico agricultura	81,99	56,88	48,26	123,10
Outras áreas não vegetadas	11,10	14,22	15,69	37,31
Rio e lago	233,57	205,45	193,29	159,73
Soja	-	-	-	1,78
Outras lavouras	-	-	-	0,83

Fonte: Autoria própria

Figura 13: Porcentagem das classes de cobertura do solo na APA Meandros do Araguaia (Km²)

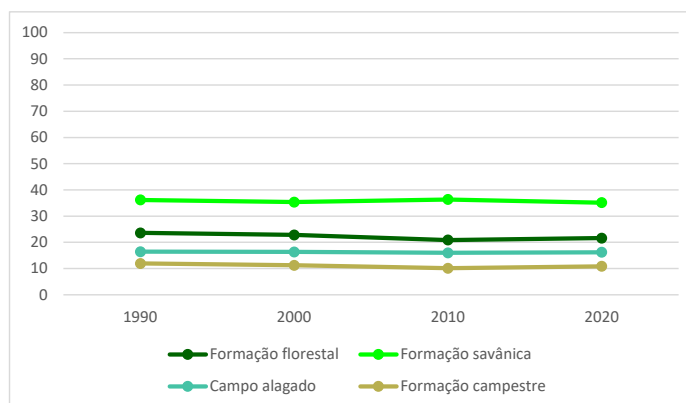


Fonte: Autoria própria

Analisando a porcentagem é possível observar que a APA Meandros do Araguaia conseguiu evitar um grande desmatamento em sua área, mantendo uma porcentagem próxima de floresta ao longo do período estudado.

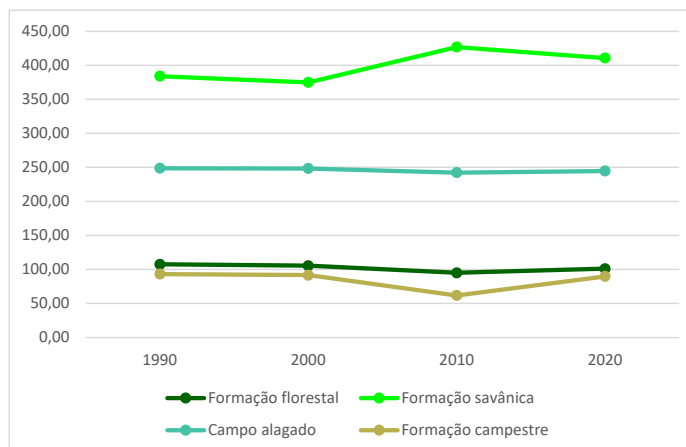
Nas tabelas e gráficos a seguir serão apresentados dados de maior fragmento, média e densidade de fragmentos das 4 subclasses que representam as classes de floresta e formação natural não florestal.

Figura 14: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia



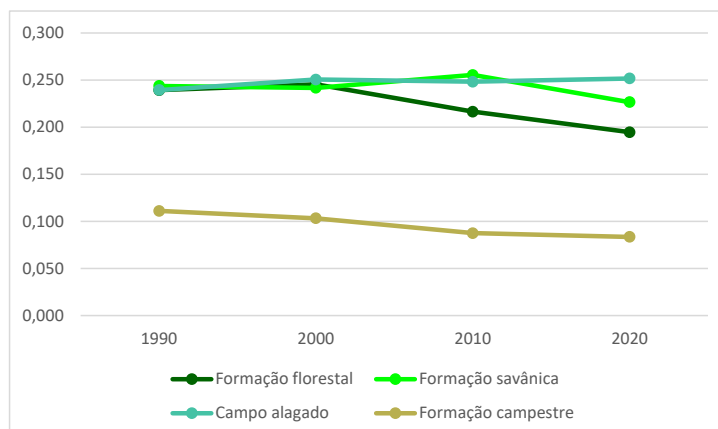
Fonte: Autoria Própria

Figura 15: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (Km²)



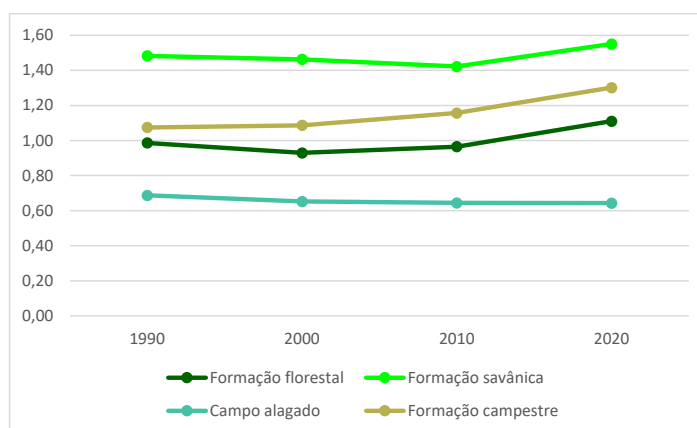
Fonte: Autoria própria

Figura 16: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 17: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na APA Meandros do Araguaia (frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

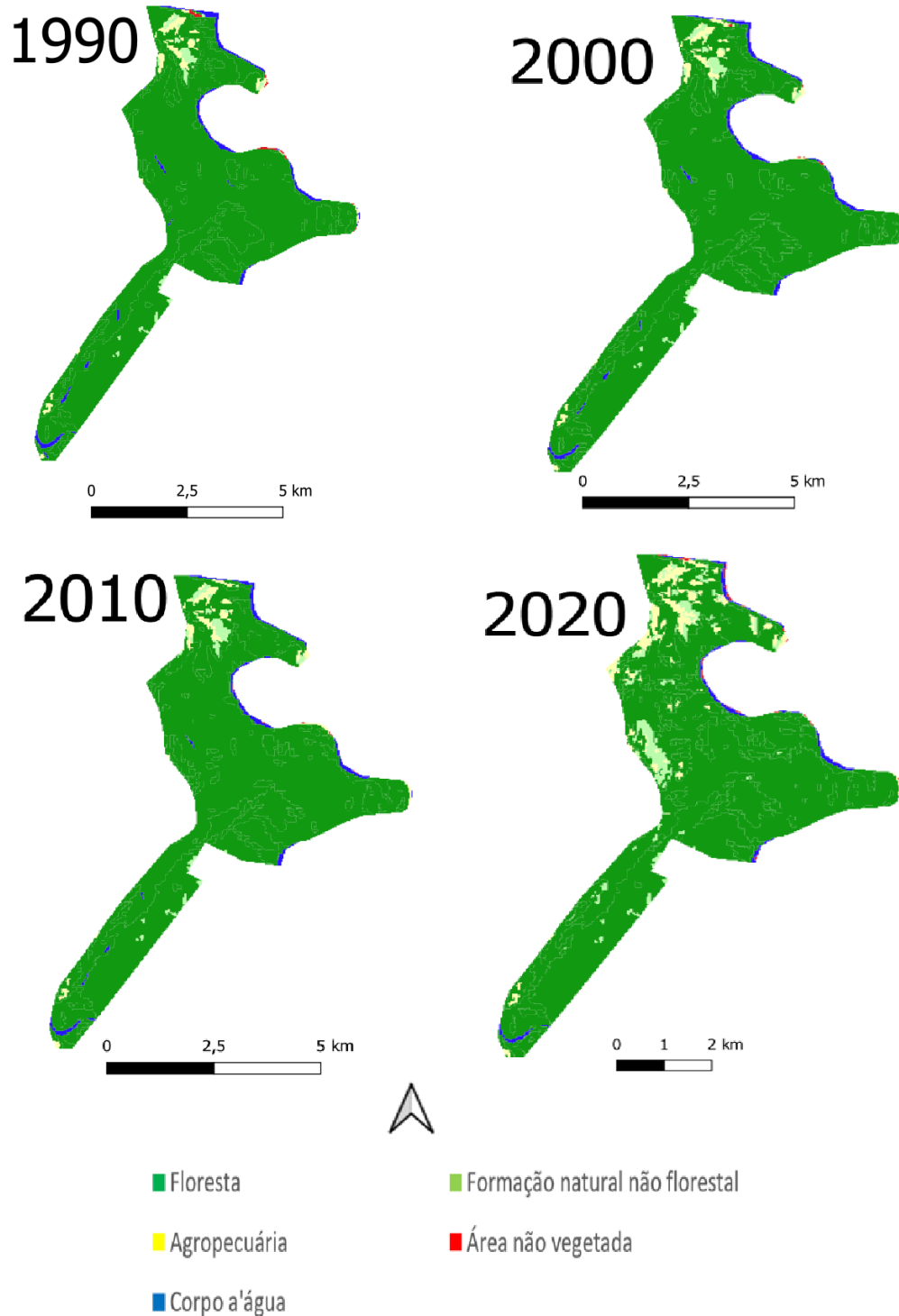
Analisando os dados observa-se que a APA Meandros do Araguaia foi muito eficiente em conter o desmatamento. Quanto às métricas de fragmentação, analisando o período como um todo, teve piora no período de 2010 a 2020, já que ocorreu um aumento na densidade de fragmentos da formação savânica, florestal e campestre; além de a formação savânica e florestal ter apresentado uma queda no tamanho médio dos fragmentos.

5.1.3 Reserva Particular do Patrimônio Natural do Bico do Javaés

Criada em 2011 a RPPN Bico do Javaés é a menor UC desse estudo, com 27,61 Km² (ICMBIO) e fica em região de cerrado em uma fazenda chamada Fazenda Dois Rios, no

estado do Tocantins. É importante destacar que a RPPN é uma UC de gestão privada. Sua cobertura de solo e porcentagem das classes são representadas na tabela e gráfico a seguir:

Figura 18: Evolução da cobertura do solo na RPPN Bico do Javés no período estudado



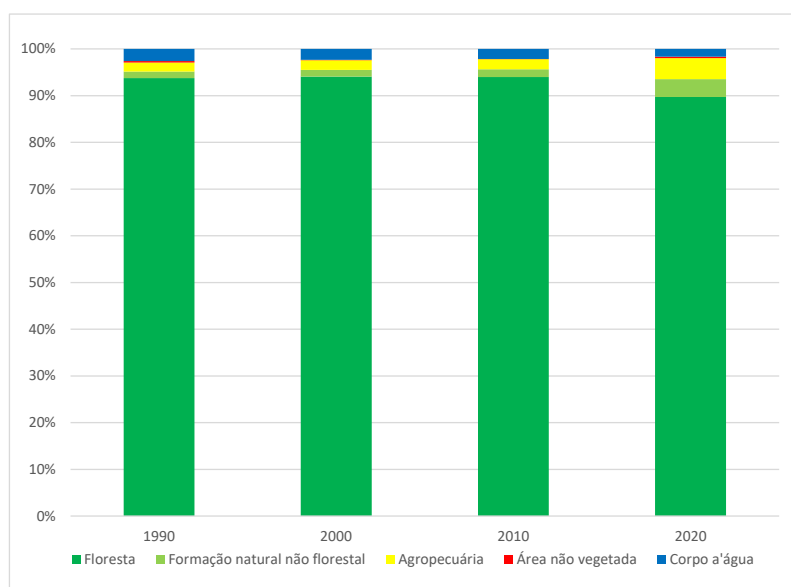
Fonte: Autoria própria

Tabela 5 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na RPPN Bico do Javaés (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	15,98	16,20	15,37	12,79
Formação savânica	10,51	10,37	11,19	12,56
Campo alagado	0,22	0,21	0,21	0,15
Formação campestre	0,18	0,20	0,26	0,92
Pastagem	0,54	0,54	0,54	1,25
Mosaico agricultura	0,01	0,04	0,05	0,02
Outras áreas não vegetadas	0,08	0,02	0,02	0,09
Lago e rio	0,73	0,66	0,60	0,46
Arroz	-	-	0,02	-

Fonte: Autoria própria

Figura 19: Porcentagem das classes de cobertura do solo na RPPN Bico do Javaés

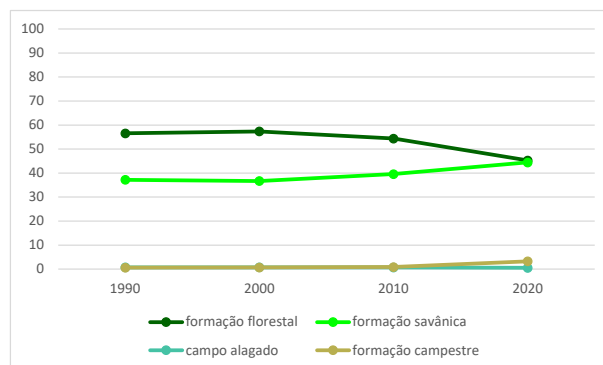


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que a grande maioria da área da RPPN são de florestas, se mantendo em mais de 90% até 2010. Curiosamente a maior perda de floresta e aumento de agropecuária ocorreu no período de 2010 a 2020, mesmo período em que a UC foi criada, mostrando a força do avanço da agropecuária nessa região.

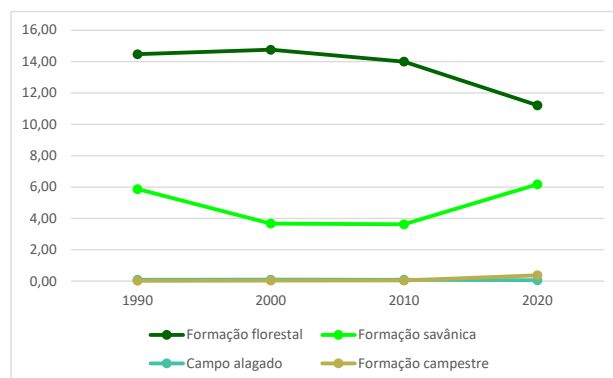
Os gráficos e tabelas a seguir mostrará os dados das métricas de área do maior fragmento, média do tamanho e densidade desses fragmentos das quatro subclasses que fazem parte da floresta e das áreas naturais não vegetadas.

Figura 20: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés



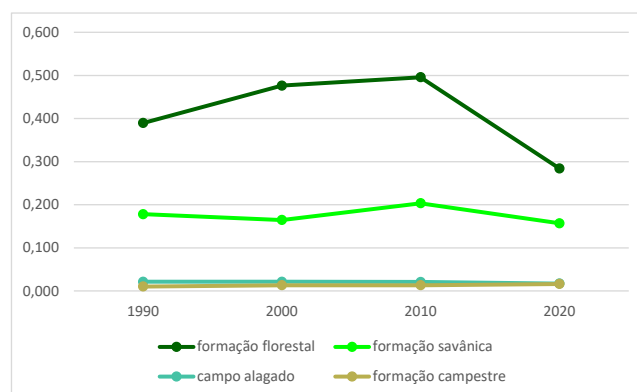
Fonte: Autoria Própria

Figura 21: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (Km²)



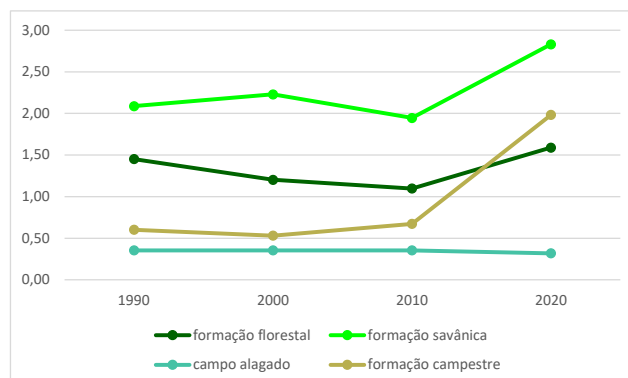
Fonte: Autoria própria

Figura 22: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 23: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na RPPN Bico do Javaés (frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados da RPPN Bico do Javaés observa-se que até 2010 a área foi eficiente em conter o desmatamento e a fragmentação das subclasses de floresta, formação florestal e savânica, com diminuição da densidade de fragmentos para ambos no período de 2000 a 2010. Entretanto no período de 2010 a 2020, além de representar o período de maior perda de floresta, ocorreu a fragmentação, com o tamanho médio das subclasses de floresta diminuindo e a densidade de fragmento aumentando. Dessa forma percebe-se que o período em que foi criada a RPPN apresentou piores dados devido a pressão sofrida pelo avanço da agropecuária, sendo algo muito preocupante devido ao fato de, apesar de ser uma UC de uso sustentável, ser uma categoria na qual não é permitido o uso direto, incluindo desmatamento, sendo permitido somente atividades para fins de turismo e pesquisas científicas; e a exploração econômica é permitida somente para o turismo de acordo com o plano de manejo e legislação (SOUZA; FERREIRA; CÔRTE, 2012)

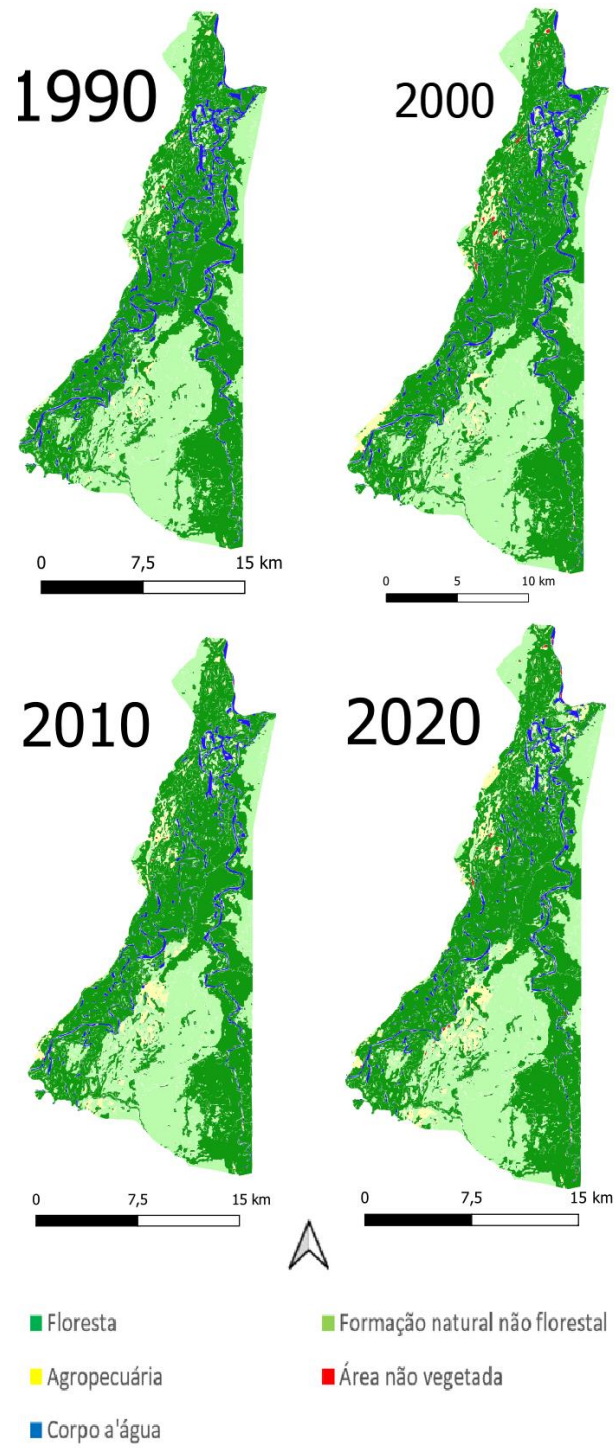
5.2 Unidades de Conservação de proteção integral

As cinco Unidades de Conservação de proteção integral presente na área de estudo são o Parque Nacional do Araguaia; os Parques Estaduais do Araguaia, do Cantão e da Serra Azul; e o RVS Corixão da Mata Azul.

5.2.1 Refúgio da Vida Silvestre Corixão da Mata Azul

O RVS Corixão da Mata Azul foi criado em 2001, tendo 400 Km² de área (ISA) e está localizada no estado do Mato Grosso, e se localiza quase que na totalidade dentro da APA Meandros do Araguaia e um pequeno pedaço ao sul do Parque Estadual do Araguaia, apresentando uma área total bem menor que ambas UCs em que coincide sua área. Sua cobertura de solo e porcentagem das classes são representadas na tabela e gráfico a seguir:

Figura 24: Evolução da cobertura do solo no RVS do Corixão da Mata Azul no período estudado



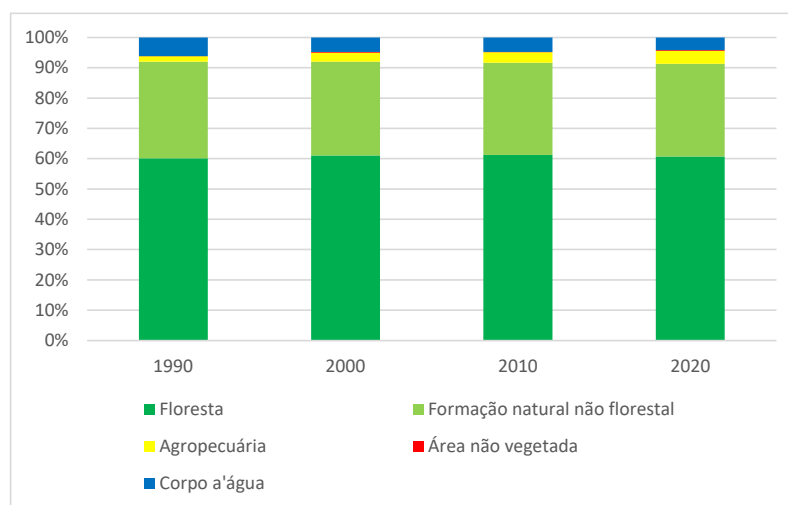
Fonte: Autoria própria

Tabela 6 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no RVS Corixão da Mata Azul (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	93,38	96,32	93,23	93,61
Formação savânica	128,26	128,54	132,49	130,20
Campo alagado	57,77	56,86	56,33	56,79
Formação campestre	59,63	57,23	55,65	55,92
Pastagem	6,48	10,94	12,84	15,31
Mosaico agricultura	0,07	-	0,11	0,20
Outras áreas não vegetadas	0,15	0,90	0,28	0,90
lago e rio	22,71	17,65	17,50	15,52

Fonte: Autoria própria

Figura 25: Porcentagem das classes de cobertura do solo no RVS Corixão da Mata Azul

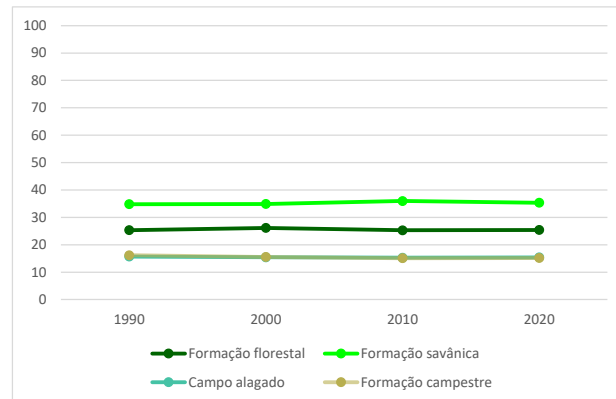


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que a RVS Corixão da Mata Azul apresentou grande eficiência, nas três décadas de estudo, em conservar e evitar o desmatamento das classes de floresta e de formação natural não florestal, além de conseguir conter o crescimento acelerado da agropecuária na área.

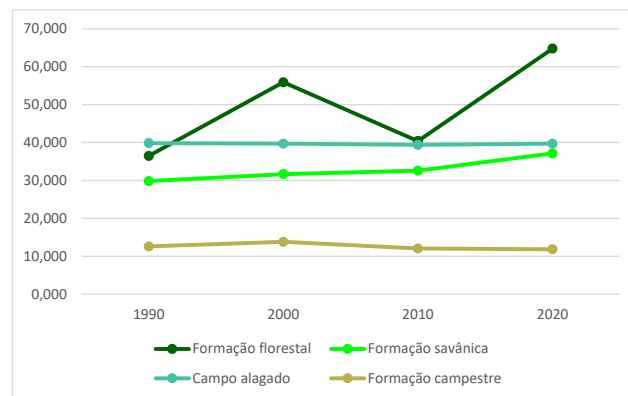
Nos gráficos e tabelas a seguir serão apresentados os dados das métricas de área do maior fragmento, média do tamanho e densidade desses fragmentos das quatro subclasses que fazem parte da floresta e das áreas naturais não vegetadas.

Figura 26: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul



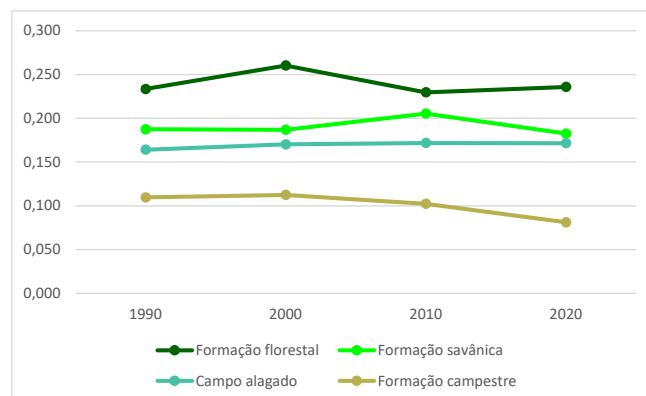
Fonte: Autoria Própria

Figura 27: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (Km²)



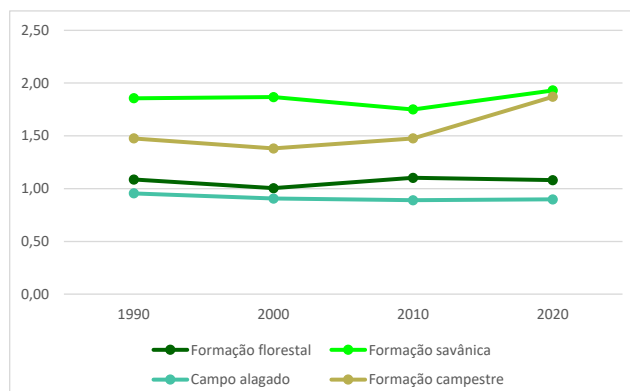
Fonte: Autoria própria

Figura 28: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 29: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no RVS Corixão da Mata Azul (frag/Km²)



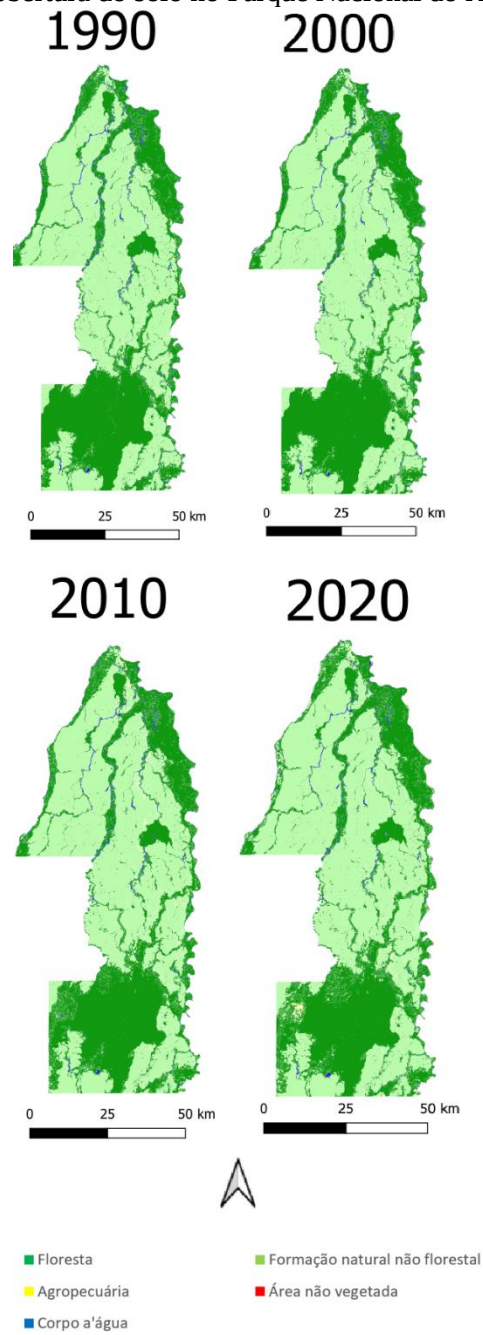
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados da RVS Corixão da Mata Azul é possível observar que, além de ser eficiente em conter o desmatamento e avanço da agropecuária, a UC foi eficiente em conter a fragmentação nas suas subclasses de floresta e área natural não vegetada, com exceção da formação campestre que apresentou de 2000 a 2020 queda do tamanho médio dos fragmentos e aumento na densidade deles. É importante destacar o expressivo aumento no período de 2010 a 2020 da área do maior fragmento da formação florestal, apresentando um índice de melhora nos níveis de fragmentação da subclasse.

5.2.2 Parque Nacional do Araguaia

O Parque Nacional do Araguaia foi criado em 1959 por Juscelino Kubitschek e na época apresentava cerca de 20 mil Km² pois cobria toda a região da Ilha do Bananal, e foi a partir de 1980 que a área do Parque foi homologada com o mesmo tamanho que tem até hoje, cerca de 5577 Km² (ISA). Sua cobertura de solo e porcentagem das classes são representadas na tabela e gráfico a seguir:

Figura 30: Evolução da cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia no período estudado



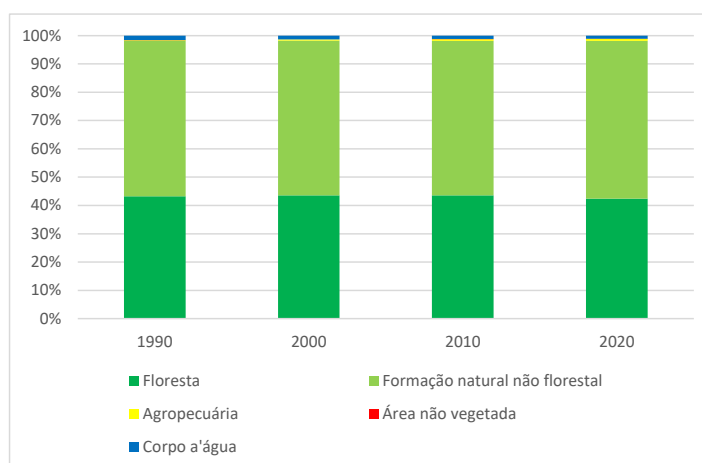
Fonte: Autoria própria

Tabela 7 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	1799,98	1819,90	1665,83	1615,97
Formação savânica	656,85	658,71	810,84	797,18
Campo alagado	2869,33	2848,60	2842,60	2861,57
Formação campestre	255,63	255,57	262,33	305,30
Pastagem	13,22	27,05	32,95	41,12
Outras áreas não vegetadas	0,92	-	0,85	2,53
Lago e rio	89,86	75,46	70,14	62,01

Fonte: Autoria própria

Figura 31: Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Nacional do Araguaia

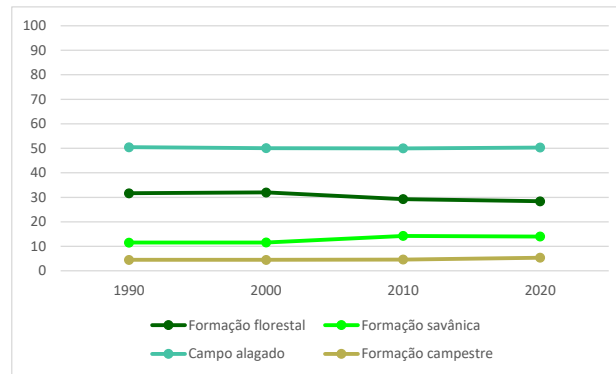


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que o Parque Nacional do Araguaia apresentou grande eficiência em manter a cobertura de floresta e formação natural não florestal, além de conseguir manter a agropecuária ocupando menos de 1% de sua área em todo o período de análise, algo bem significativo dado o grande crescimento da agropecuária nas últimas décadas. Vale destacar também a grande área da UC ocupada por campos alagados, que se manteve estável ao longo do período estudado.

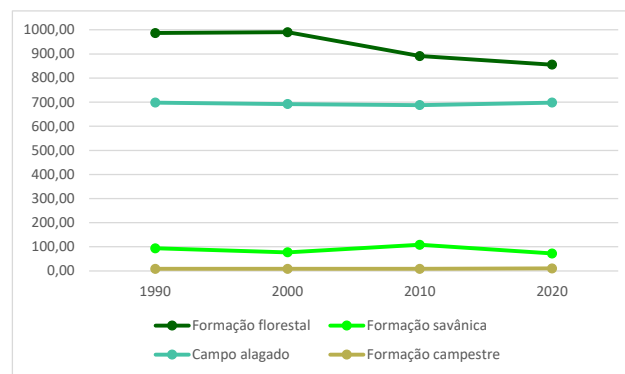
Nas tabelas e gráficos a seguir será apresentado os dados das métricas de área do maior fragmento, média do tamanho e densidade desses fragmentos das quatro subclasses que fazem parte da floresta e das áreas naturais não vegetadas.

Figura 32: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia



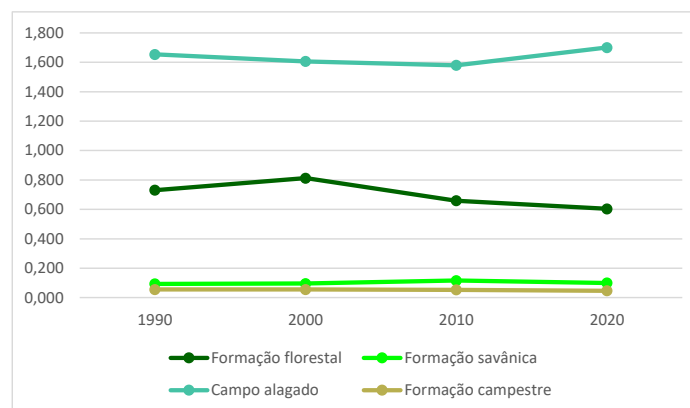
Fonte: Autoria Própria

Figura 33: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (Km²)



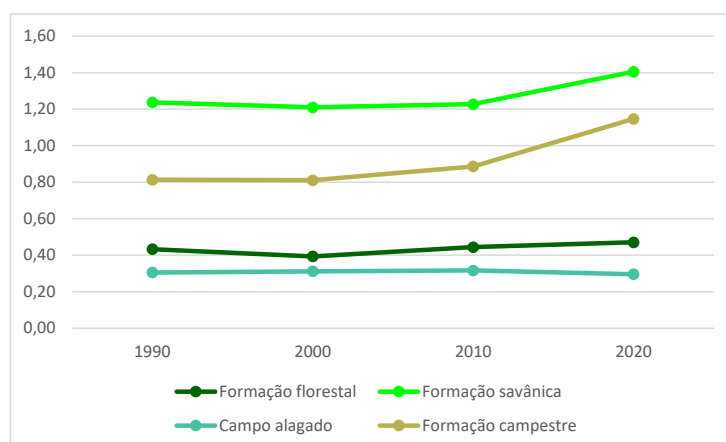
Fonte: Autoria própria

Figura 34: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 35: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Nacional do Araguaia (frag/Km²)



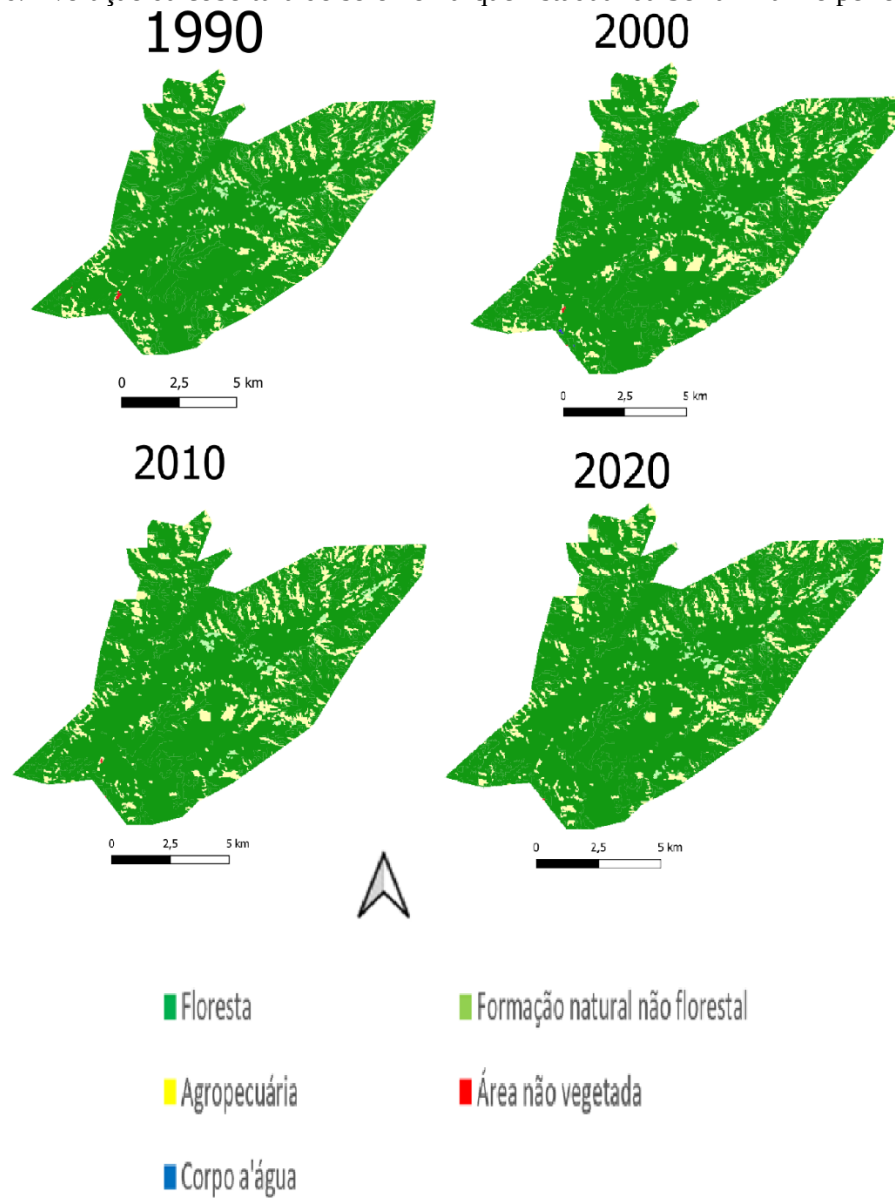
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados do Parque Nacional do Araguaia percebe-se que, apesar de a área total de floresta e formação natural não vegetada se manter ao longo das três décadas, existem leves indícios de fragmentação da formação florestal, já que ocorreu uma diminuição do tamanho médio e da área do maior fragmento nessa subclasse. Além disso, vale destacar as formações savânica e campestre que, apesar de serem as duas subclasses com menor área total entre as quatro, são as que apresentam maior densidade de fragmento e, consequentemente, uma média de tamanho dos fragmentos extremamente baixa; e nota-se também que ambas sofreram um grande aumento na densidade dos fragmentos entre 2010 e 2020, mostrando que são subclasses muito fragmentadas no Parque.

5.2.3 Parque Estadual da Serra Azul

O Parque Estadual da Serra Azul foi criado em 1994 e está localizado no estado do Mato Grosso com cerca de 110 Km² (ISA). O bioma do local é o cerrado e o Parque apresenta um terreno acidentado, com a altitude variando entre 350 e 730 metros. A seguir serão apresentados em gráfico e tabela a cobertura do solo e porcentagem das classes presentes nele:

Figura 36: Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul no período estudado



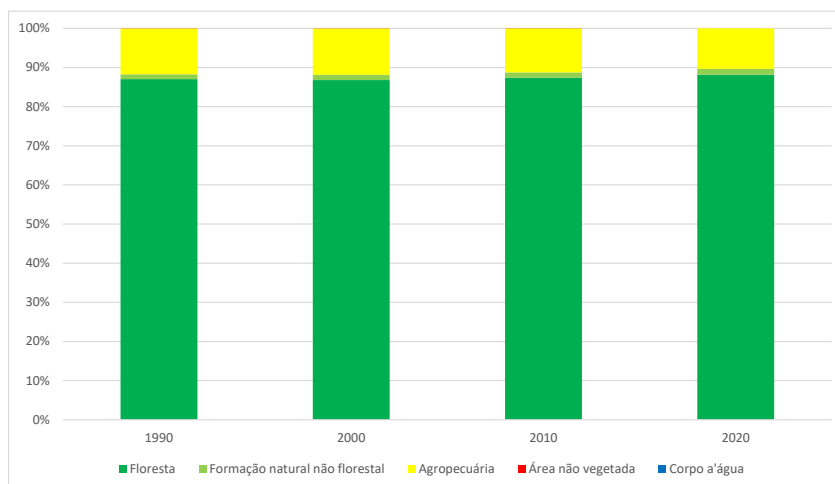
Fonte: Autoria própria

Tabela 8 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	22,56	23,10	22,17	22,91
Formação savânica	77,57	76,76	78,38	78,54
Formação campestre	1,43	1,49	1,54	1,69
Pastagem	13,34	13,56	12,87	11,81
Mosaico agricultura	0,09	0,06	0,06	0,08
Outras áreas não vegetadas	0,06	0,04	0,01	-
Rio e lago	-	0,03	-	-

Fonte: Autoria própria

Figura 37: Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual da Serra Azul

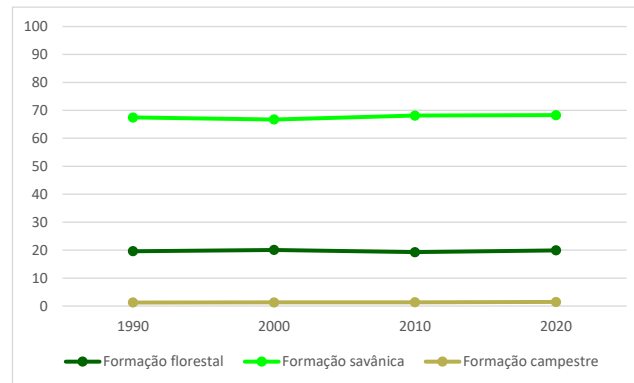


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que o Parque Estadual da Serra Azul apresenta uma porcentagem de floresta extremamente alta em sua área, ficando próxima dos 90%. Além disso é possível observar que o Parque apresentou eficiência em preservar a área total de sua floresta, que no período de 2000 a 2020 apresentou aumento em sua área total, ao mesmo tempo em que a agropecuária sofreu uma diminuição nesse mesmo período.

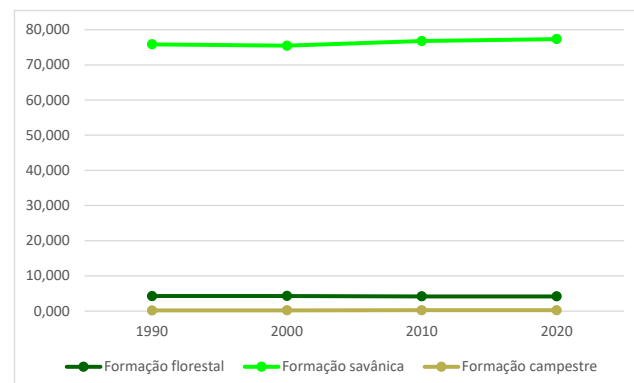
A seguir serão apresentados gráficos e tabelas para mostrar os dados das métricas de área do maior fragmento, média do tamanho e densidade desses fragmentos das três subclasses que fazem parte da floresta e das áreas naturais não vegetadas no Parque.

Figura 38: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul



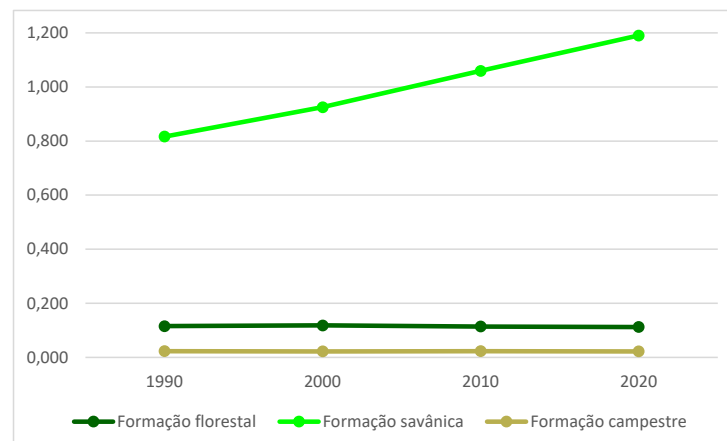
Fonte: Autoria Própria

Figura 39: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (Km²)



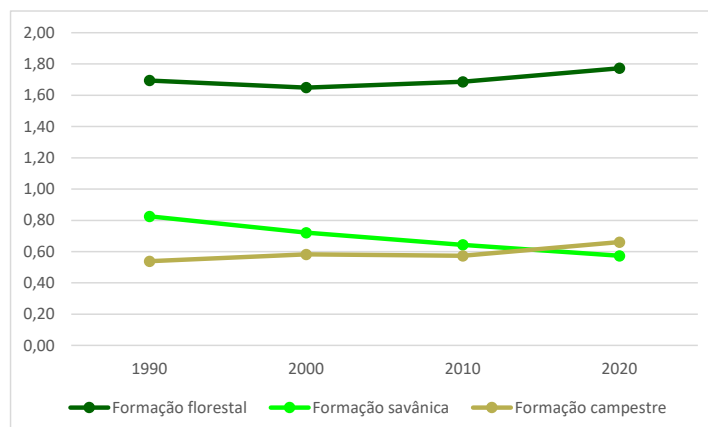
Fonte: Autoria própria

Figura 40: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 41: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual da Serra Azul (frag/Km²)



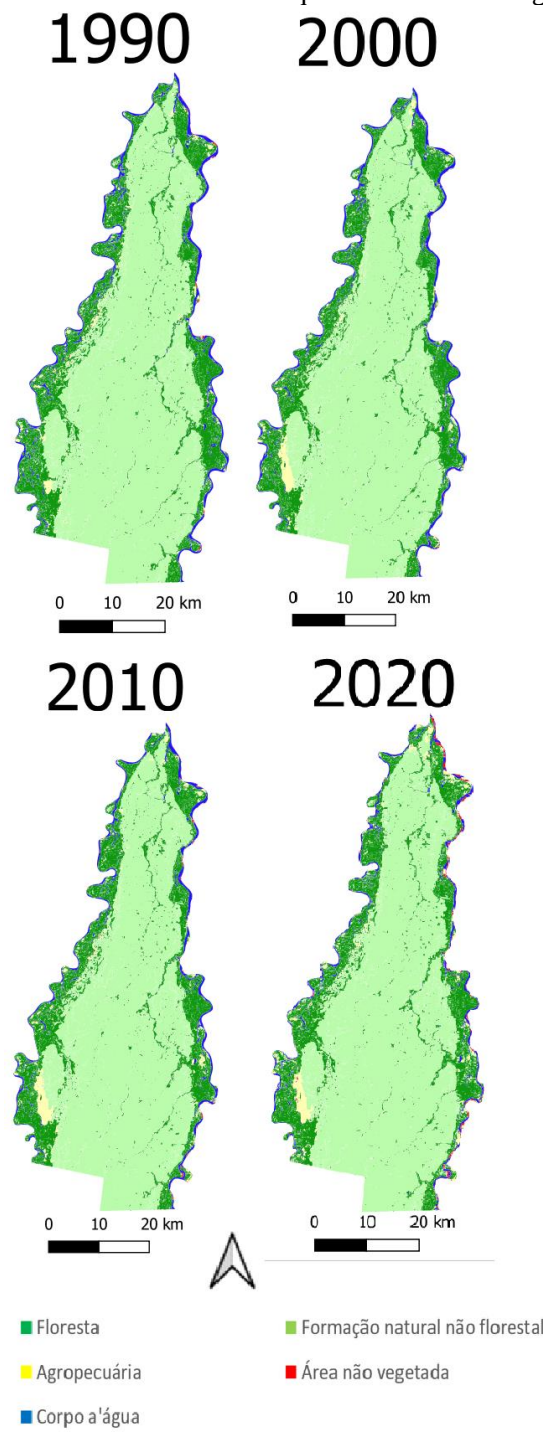
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados do Parque Estadual da Serra Azul é possível notar que ele apresenta dados satisfatórios, não apenas em manter a área total de floresta, mas também na questão da fragmentação. Ao analisar as métricas sobre os fragmentos percebe-se que a formação savânica, maior subclasse do Parque, apresentou melhoria na qualidade dos seus fragmentos, aumentando de maneira expressiva a média de tamanho das manchas e diminuindo a densidade delas. Dessa forma é evidente que o Parque foi além de apenas não permitir a fragmentação de suas florestas e conseguiu melhorar os índices, algo de extrema importância para a manutenção e recuperação da biodiversidade na área.

5.2.4 Parque Estadual do Araguaia

O Parque Estadual do Araguaia foi criado em 2001 e está localizado no estado do Mato Grosso na zona de transição entre Cerrado e Amazônia, com cerca de 2232 Km² (ISA). A cobertura do solo e porcentagem de classes em sua área será apresentado a seguir:

Figura 42: Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia no período estudado



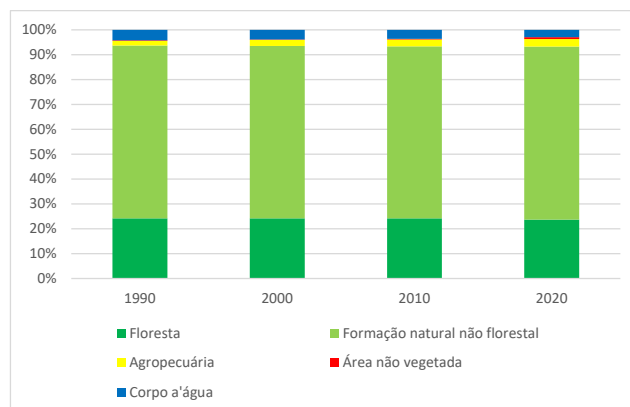
Fonte: Autoria própria

Tabela 9 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	218,12	202,69	169,32	172,21
Formação savânica	354,15	370,21	403,93	388,13
Campo alagado	1372,95	1371,40	1369,12	1370,63
Formação campestre	273,67	268,91	267,21	277,04
Pastagem	43,50	59,29	65,71	71,23
Mosaico agricultura	-	-	-	0,20
Outras áreas não vegetadas	4,62	3,46	6,42	18,31
Rio e lago	100,42	91,45	85,09	69,54
Outras lavouras temporárias	-	-	0,56	-

Fonte: Autoria própria

Figura 43: Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual do Araguaia

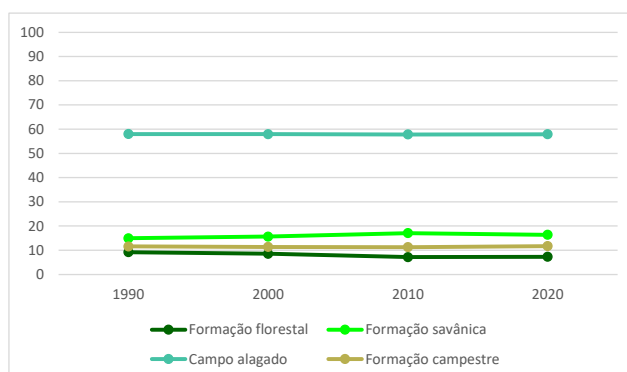


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que o Parque Estadual do Araguaia apresentou grande eficiência em evitar o desmatamento e, consequentemente, perda de área florestal ao longo dessas três décadas, visto que a proporção da classe florestal de 1990 a 2020 caiu menos que 1%. Também é possível observar que o Parque apresenta uma grande quantidade de campo alago em sua área, fazendo com que a classe de formação natural não vegetada seja a predominante na UC.

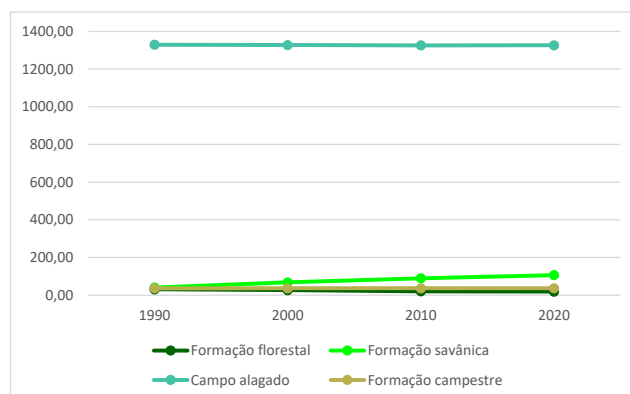
A seguir serão apresentados gráficos e tabelas para mostrar os dados das métricas de área do maior fragmento, média do tamanho e densidade desses fragmentos das quatro subclasses que fazem parte da floresta e das áreas naturais não vegetadas.

Figura 44: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia



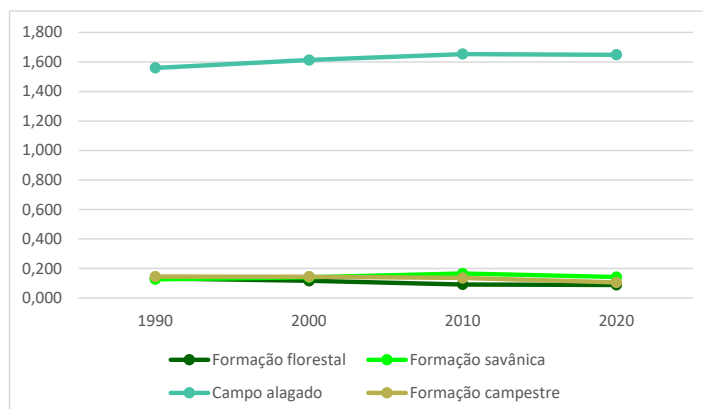
Fonte: Autoria Própria

Figura 45: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (Km²)



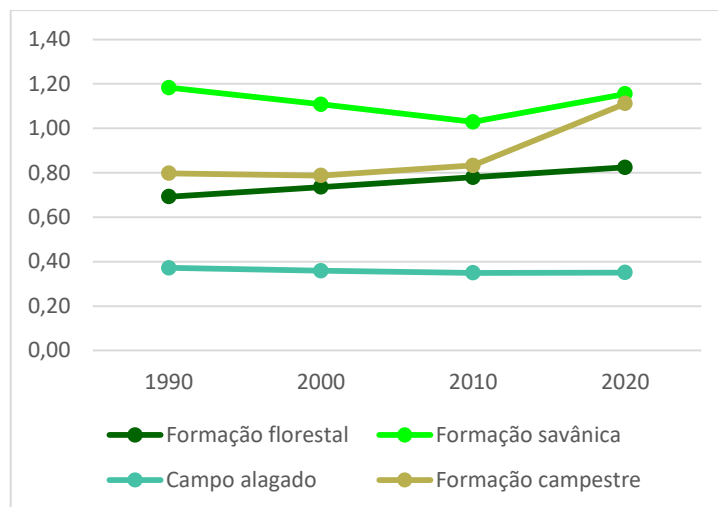
Fonte: Autoria própria

Figura 46: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 47: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Araguaia (frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

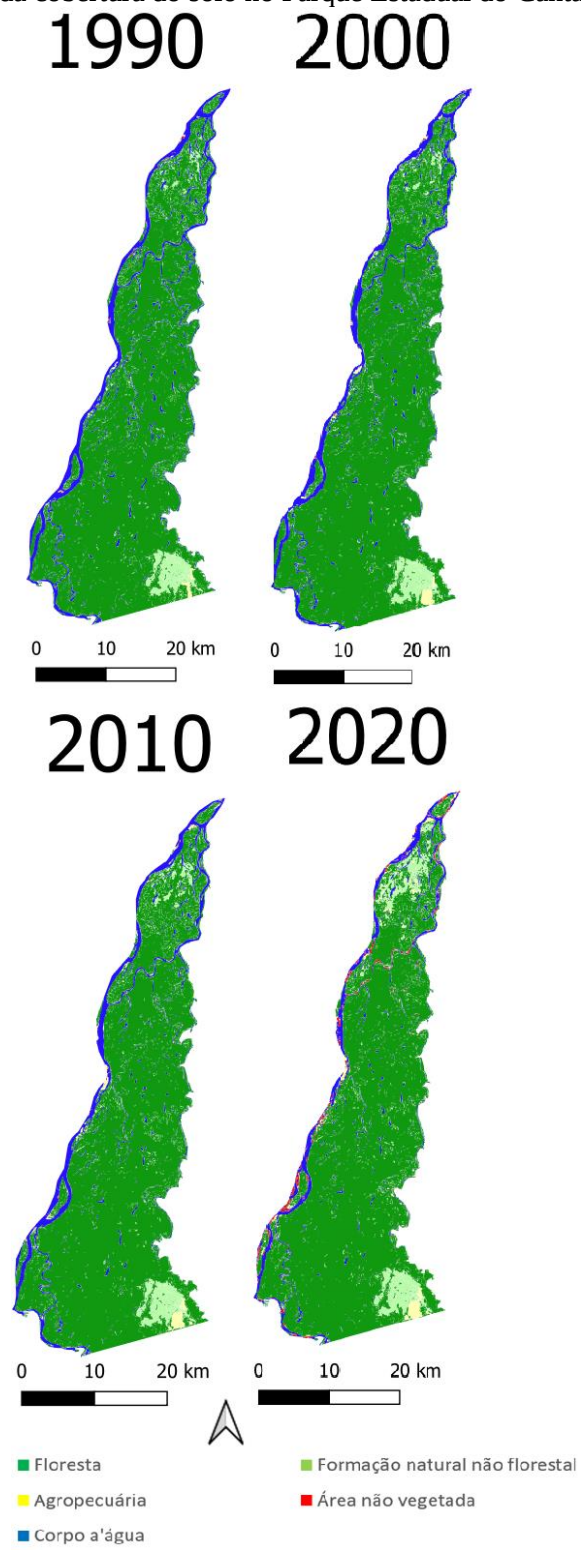
Analisando os dados do Parque Estadual do Araguaia, observa-se que a maior subclasse analisada, o campo alagado, manteve uma estabilidade ao longo das três décadas em área e nas métricas de fragmentos. A segunda maior subclasse, formação savânica apresentou um crescimento na sua área total comparando 1990 e 2020, e apresenta uma clara melhoria nas métricas de mancha, com seu fragmento de maior área indo de 40,38 Km² em 1990 para 106,38 Km² em 2020; além disso, apesar de no período de 2010 a 2020 ter diminuído o tamanho médio dos fragmentos e aumentado a densidade deles, os dados nessas duas métrica em 2020 são melhores que os dados de 1990. Já as subclasses de formação florestal e campestre, ambas apresentaram queda do tamanho médio das manchas e aumento da densidade desses fragmentos, indicando uma fragmentação nas duas subclasses.

Dessa forma, o Parque apresenta bons índices de modo geral, com a maior subclasse natural estável e a maior subclasse florestal, além de estável, com melhoras na qualidade dos seus fragmentos.

5.2.5 Parque Estadual do Cantão

O Parque Estadual do Cantão foi criado em 1998 está localizado no Tocantins e fica no ecótono da Amazônia com o Cerrado, com cerca de 900 Km² (ISA). Os dados de cobertura do solo e porcentagem das classes presentes nele serão apresentados nos gráficos e tabelas a seguir:

Figura 48: Evolução da cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão no período estudado



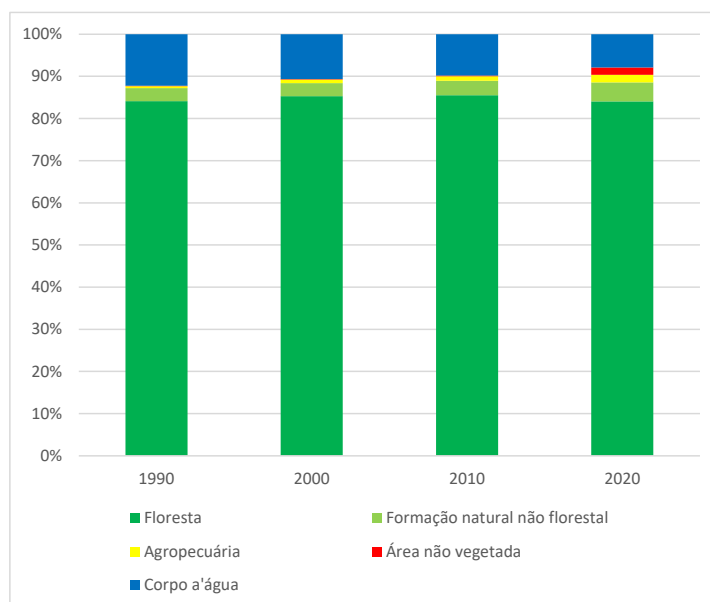
Fonte: Autoria própria

Tabela 10 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	779,12	777,55	763,71	762,72
Formação savânica	82,98	96,89	113,19	99,12
Campo alagado	20,38	20,48	20,19	20,23
Formação campestre	11,10	11,30	14,95	26,06
Pastagem	4,60	8,47	10,36	18,17
Mosaico agricultura	-	0,06	0,05	0,07
Outra area não vegetada	1,43	0,99	1,97	17,33
Rio e lago	125,28	109,15	100,51	81,15
Soja	-	-	-	0,09

Fonte: Autoria própria

Figura 49: Porcentagem das classes de cobertura do solo no Parque Estadual do Cantão



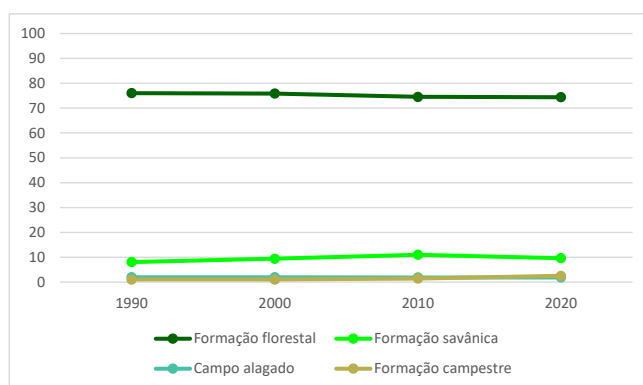
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados percebe-se que o Parque Estadual do Cantão conseguiu durante as 3 décadas de análise manter a classe florestal estável e com uma porcentagem elevada de cobertura do solo, além de a classe de formação natural ter tido um aumento significativo em sua área total de 2010 a 2020. Apesar disso a classe da agropecuária aumentou cerca de 400%

entre 1990 e 2020, o que representa um aumento significativo apesar de estar em 2020 com apenas 1,80% da área total do Parque; assim como a classe de áreas não vegetadas que era quase zero em 1990 e foi para 1,69%. A classe que teve uma perda considerável de sua área total é de corpos d'água, algo preocupante para a biodiversidade local.

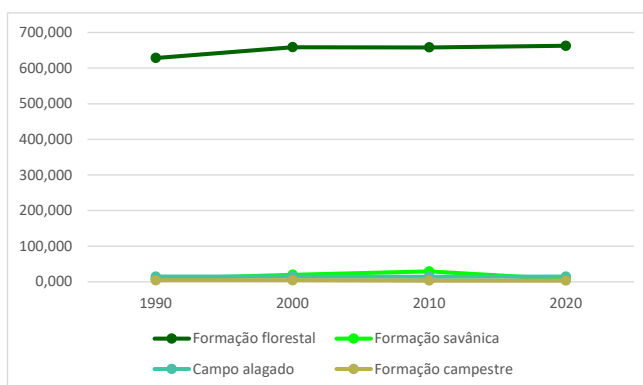
A seguir serão apresentados gráficos e tabelas para mostrar os dados das métricas relacionadas às manchas, sendo a área do maior fragmento, a média do tamanho e a densidade desses fragmentos. Serão analisadas as quatro subclasses que representam as classes de floresta formação natural não vegetada.

Figura 50: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão



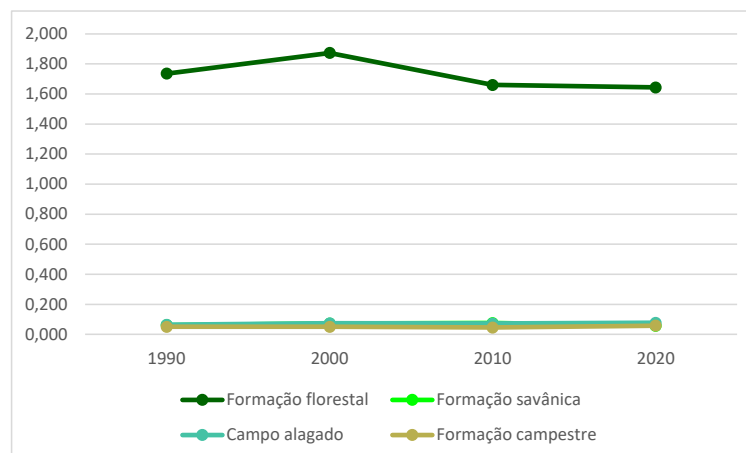
Fonte: Autoria Própria

Figura 51: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (Km²)



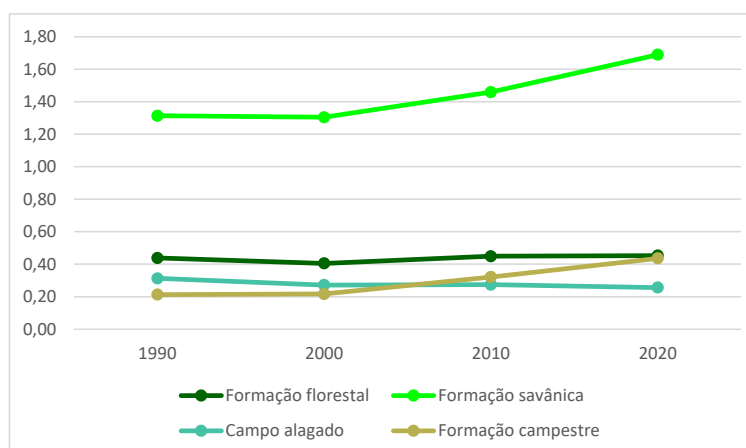
Fonte: Autoria própria

Figura 52: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 53: Densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal no Parque Estadual do Cantão (frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados do Parque Estadual do Cantão observa-se que a maior subclasse da área é a de formação florestal, que manteve cerca de três quartos da área total do Parque ao nas últimas três décadas; e que apresenta bons dados em relação a fragmentação, pois manteve estável sua densidade de fragmentos e seu fragmento de maior área, que além de estável representa uma área de grandes proporções, sofrendo uma leve queda no tamanho médio das manchas. Já a segunda maior subclasse do Parque, a formação savânica, apresentou pouca variação em sua área total, em torno de 10% da UC, porém com dados que indicam um forte processo de fragmentação já que, além de ser a subclasse de maior densidade de mancha, ainda sofreu um grande aumento nessa métrica no período de 2000 a 2020.

Dessa forma, o Parque Estadual do Cantão foi eficiente em manter estável a cobertura florestal e de formação natural não vegetada, e foi capaz de evitar a fragmentação da formação florestal, sua maior subclasse; porém a formação savânica, cerca de 10 % de sua área, sofreu nas últimas duas décadas fragmentação evidenciado pelo aumento considerável de sua densidade de manchas.

5.3 Área externa

As áreas externas serão nomeadas de 1 a 4, sendo a área externa 1 a maior, 2 a segunda maior, 3 a terceira maior e 4 a menor. A seguir essas áreas externas serão analisadas conforme as métricas usadas no estudo.

5.3.1 Área externa 1

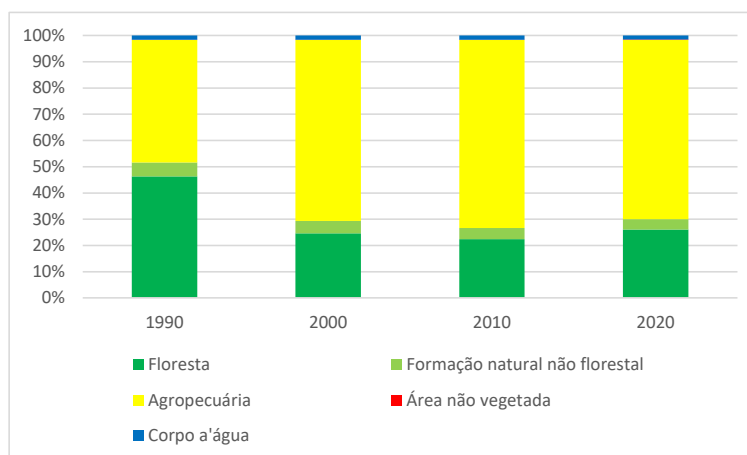
A seguir serão apresentados dados de cobertura de solo e porcentagem de cada classe na área externa.

Tabela 11 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 1 (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	6556,68	2876,78	2533,33	3247,93
Formação savânica	1775,68	1556,99	1502,29	1427,99
Campo alagado	59,04	62,20	66,12	67,85
Formação campestre	893,68	781,55	697,03	639,23
Pastagem	8160,19	12300,19	12829,18	12127,73
Mosaico agricultura	228,58	97,14	47,33	98,02
Área urbanizada	17,07	19,29	20,36	22,26
Outras áreas não vegetadas	4,45	4,57	3,48	8,01
Rio e lago	293,18	288,91	281,33	275,53
Soja	-	-	-	39,49
Outras lavouras temporárias	3,90	4,65	11,47	37,76

Fonte: Autoria própria

Figura 54– Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 1

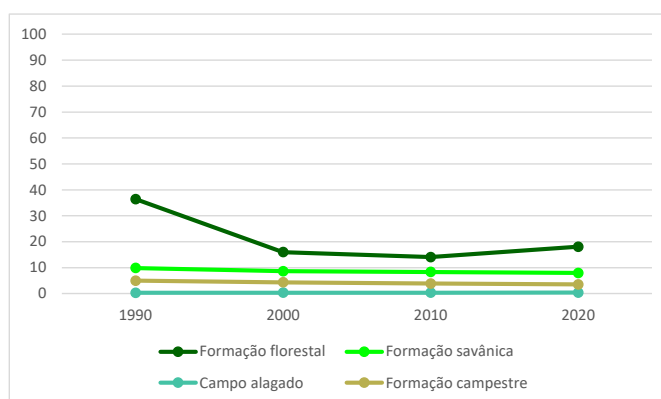


Fonte: Autoria própria

É possível observar que a área externa, por não ter proteção, não foi capaz de conter o desmatamento e o avanço da agropecuária comparando os dados de 1990 e 2020, apesar de no período de 2010 a 2020 ter ocorrido um aumento de florestas e queda da agropecuária. O período de maior perda de floresta e aumento da agropecuária foi entre 1990 e 2000.

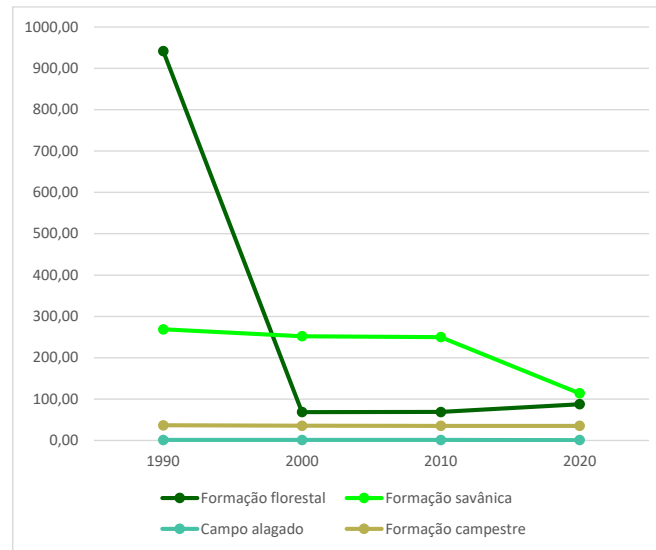
A seguir serão apresentados gráficos e tabelas para analisar as métricas de área do maior fragmento, o tamanho médio e densidade dessas manchas.

Figura 55: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1



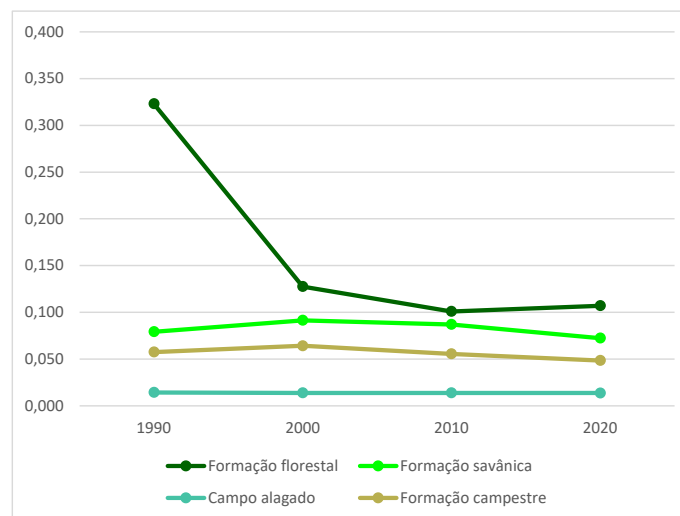
Fonte: Autoria própria

Figura 56: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Km²)



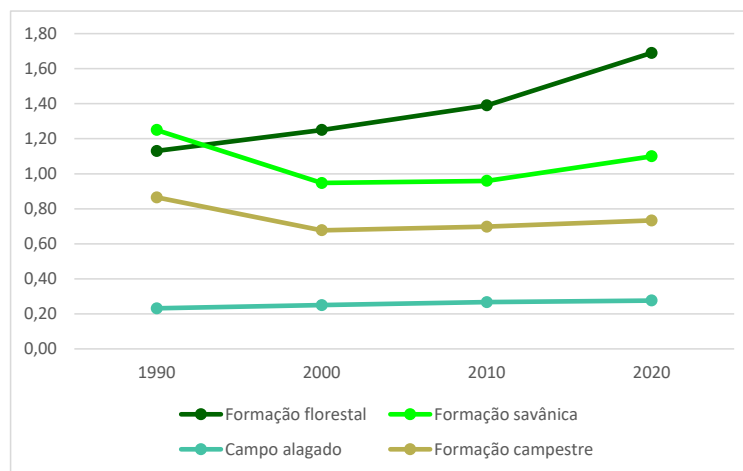
Fonte: Autoria própria

Figura 57: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 58: Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 1 (Frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos na maior área externa observa-se um intenso processo de fragmentação nas subclasses florestais, com uma intensa diminuição do maior fragmento e da média do tamanho das manchas da formação florestal, principalmente de 1990 a 2000, e aumenta a densidade de manchas dela. Na subclasse de formação savânica, segunda maior das quatro analisadas, também se percebe a fragmentação de sua área, apesar de menos intenso que da formação florestal, com a área do maior fragmento caindo, principalmente no período de 2010 a 2020. Dessa forma é possível observar que a área não foi capaz de preservar suas florestas, tendo em 2020 a agropecuária ocupando quase 70% de sua área.

5.3.2 Área externa 2

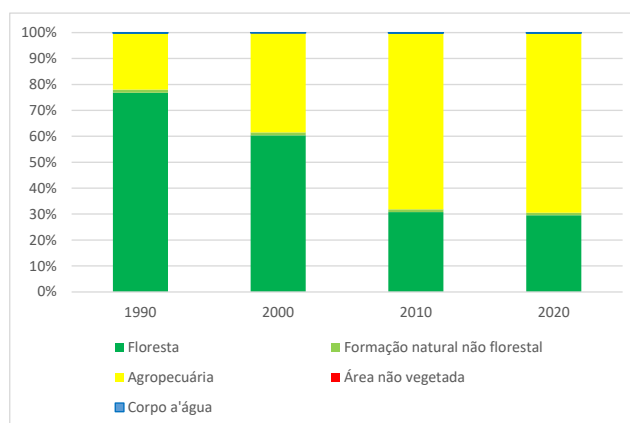
A seguir serão apresentados dados de cobertura de solo e porcentagem de cada classe na área externa 2.

Tabela 12 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 2 (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	5131,63	3973,56	1901,60	1833,80
Formação savânica	358,44	340,88	298,43	280,43
Silvicultura	-	-	10,12	173,95
Campo alagado	14,81	16,25	15,92	15,70
Formação campestre	71,67	63,72	58,25	54,89
Pastagem	1554,99	2736,76	4832,83	4497,16
Mosaico agropecuária	0,63	-	-	0,38
Área urbanizada	6,82	8,77	10,24	11,12
Rio e lago	8,75	6,70	8,90	11,38
Soja	-	0,49	8,78	241,74
Outras lavouras temporárias	-	0,69	2,75	27,47

Fonte: Autoria própria

Figura 59: Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 2

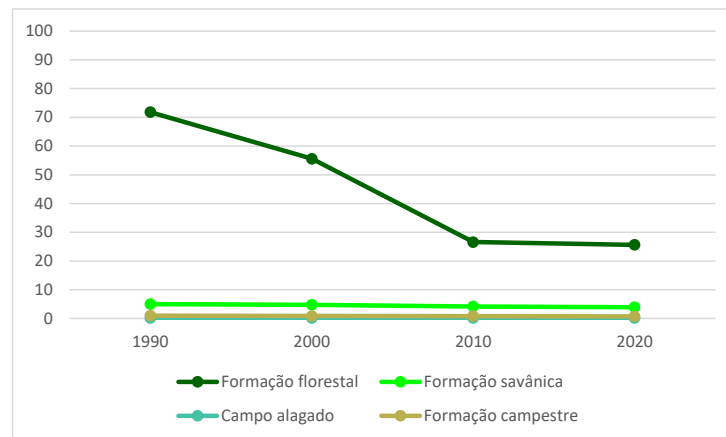


Fonte: Autoria própria

É possível observar que a área externa 2, assim como a 1, também não foi capaz de contar o desmatamento de suas florestas e o aumento da agropecuária em sua área, com a agropecuária próxima dos 70% em 2020.

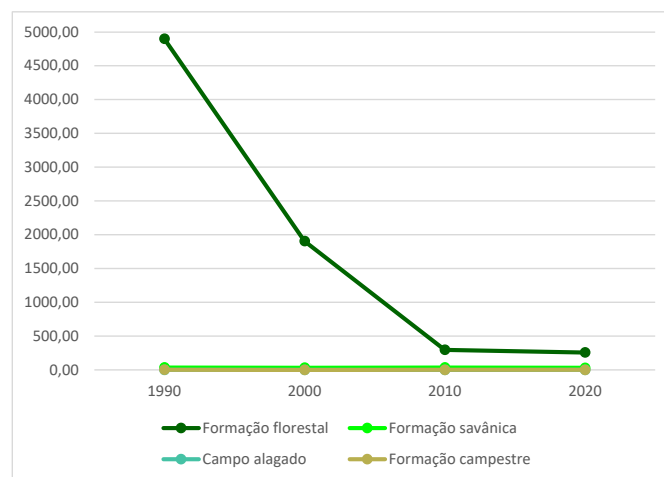
A seguir serão apresentadas as métricas relacionadas aos fragmentos da área.

Figura 60: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2



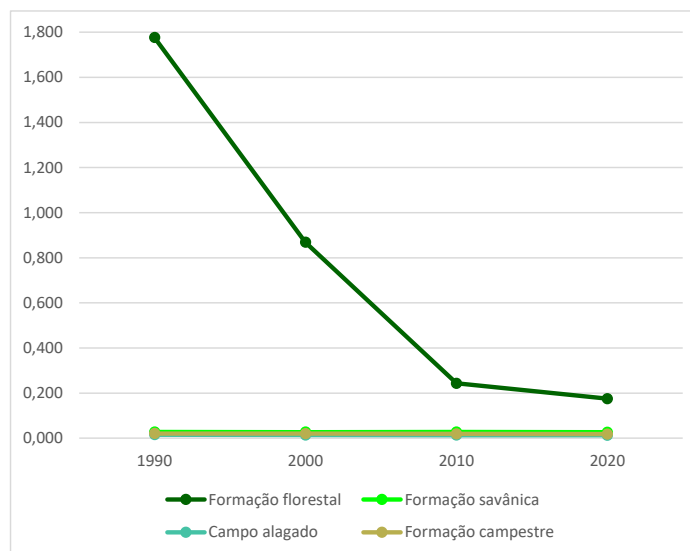
Fonte: Autoria própria

Figura 61: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Km²)



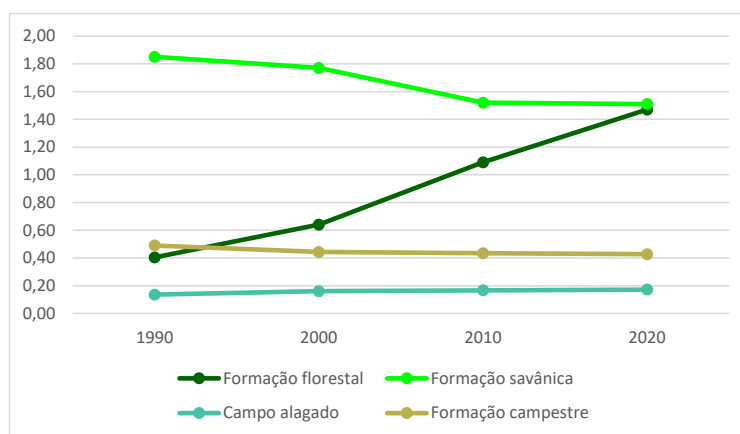
Fonte: Autoria própria

Figura 62: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 63: Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 2 (Frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos na área externa 2 é possível notar que a subclasse de formação florestal, maior das quatro analisadas, sofreu um intenso processo de fragmentação nas três décadas de estudo, com uma diminuição extremamente relevante da área de seu maior fragmento e do tamanho médio das manchas, e um aumento igualmente considerável na densidade dos fragmentos.; ou seja, a formação florestal sofreu intensa diminuição da sua área e intensa fragmentação ao mesmo tempo. É importante destacar também que a formação savânica, apesar de ter uma área muito menor que a de formação florestal em 1990, com cerca de 5%, apresenta uma densidade de fragmentos muito maior, além de um tamanho médio de

manchas extremamente baixo, o que mostra que essa subclasse já estava totalmente fragmentada em 1990, ano inicial da análise.

Dessa forma, a área externa 2, assim como a 1, também não foi capaz de conter o desmatamento e fragmentação de suas florestas.

5.3.3 Área externa 3

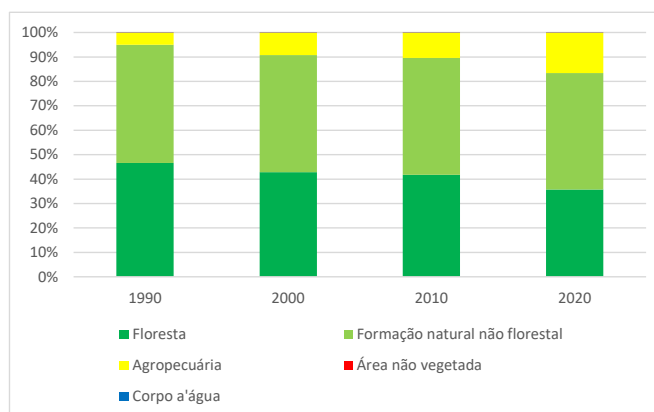
A seguir serão apresentados dados de cobertura de solo e porcentagem de cada classe na área externa 3.

Tabela 13 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 3 (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	325,139	255,391	230,461	212,634
Formação savânica	758,763	740,787	740,725	617,962
Campo alagado	1031,531	1029,038	1028,182	1025,588
Formação campestre	94,694	84,993	84,272	83,631
Pastagem	80,389	198,702	219,021	290,001
Mosaico agricultura	32,650	14,181	20,591	49,887
Outra área não vegetada	1,640	0,511	0,282	0,948
Rio e lago	1,161	0,932	0,973	0,961
Soja	-	1,384	0,272	42,981
Outras lavouras temporárias	-	-	1,189	1,375

Fonte: Autoria própria

Figura 64 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 3

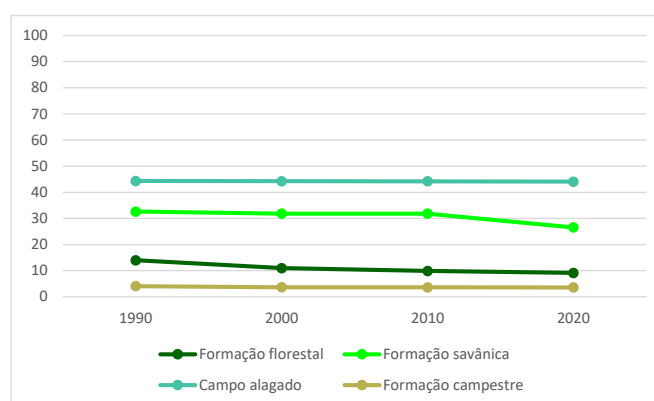


Fonte: Autoria própria

É possível observar que a área externa 3 apresenta uma área considerável de campo alagado, maior subclasse na área, que se manteve ao longo do período estudado. Já a floresta sofreu uma queda considerável, porém menor que as áreas externas 1 e 2, enquanto a agropecuária apresentou aumento de cerca de 4 vezes comparando os dados de 1990 e 2020, porém ficou com uma porcentagem em 2020 bem menor que os quase 70% das áreas externas 1 e 2. A porcentagem baixa da agropecuária em 2020 comparada as outras áreas externas ocorre pelo fato de a maior subclasse de campo alagado não ter sofrido grandes alterações.

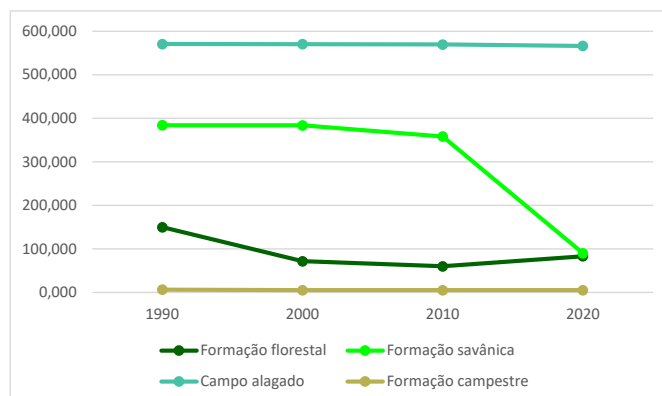
A seguir serão apresentadas as métricas relacionadas aos fragmentos da área.

Figura 65: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3



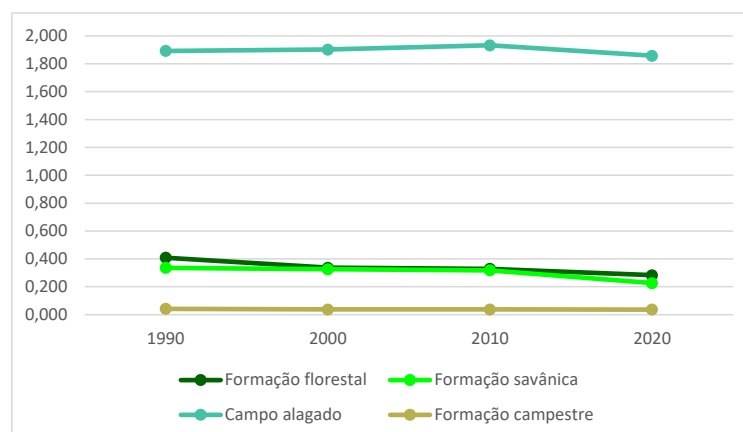
Fonte: Autoria própria

Figura 66: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Km²)



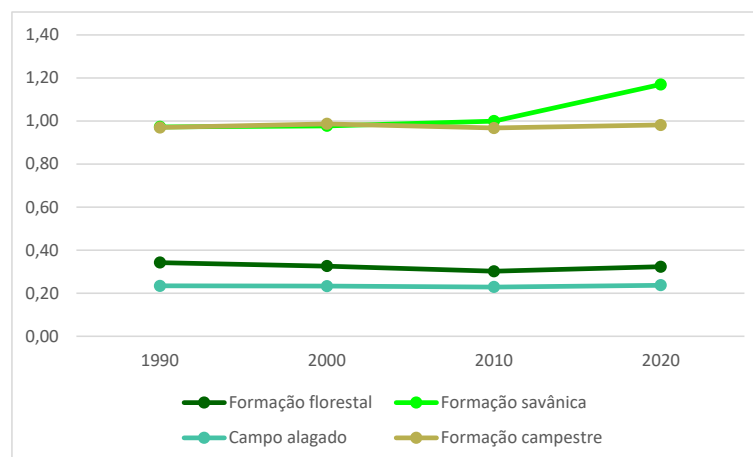
Fonte: Autoria própria

Figura 67: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 68: Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 3 (Frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos na área externa 3 é possível observar que a subclasse de campo alagado, maior da área, se manteve estável em cobertura total e em qualidade dos fragmentos. Já a subclasse de formação savânica, segunda maior da área, também apresentou uma certa estabilidade entre 1990 e 2010, porém no período de 2010 a 2020 a subclasse sofreu com perda de sua área total e apresentou índices de fragmentação de suas manchas, com diminuição do tamanho médio dos fragmentos e da área da maior mancha, e aumento de sua densidade. Já a formação florestal, com cerca de 10% da área externa 3, apresentou pouca variação em seus dados.

Dessa forma, a área externa 3 apresentou dados melhores que as áreas 1 e 2, entretanto também apresentou índices de fragmentação em sua maior subclasse florestal, a formação savânica.

5.3.4 Área externa 4

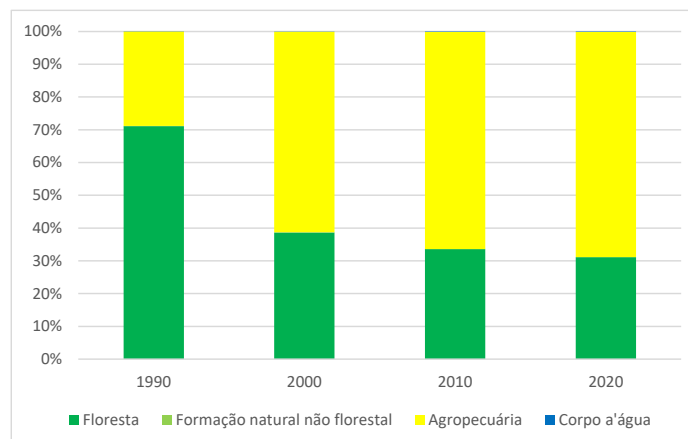
A seguir serão apresentados dados de cobertura de solo e porcentagem de cada classe na área externa 4.

Tabela 14 – Área ocupada pelas diferentes subclasses de cobertura do solo na área externa 4 (Km²)

	1990	2000	2010	2020
Formação florestal	1,622	1,209	1,256	1,293
Formação savânica	17,438	9,155	7,746	7,054
Formação campestre	0,013	0,014	0,003	-
Pastagem	6,141	15,555	17,294	17,312
Mosaico agricultura	1,589	0,850	0,465	1,092
Rio e lago	0,004	0,025	0,043	0,043
Soja	-	-	-	0,013

Fonte: Autoria própria

Figura 69 – Porcentagem das classes de cobertura do solo na área externa 4

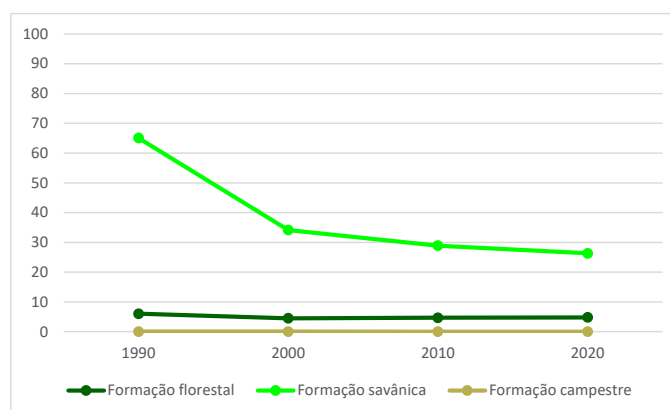


Fonte: Autoria própria

É possível observar que na área externa 4 três das cinco classes do Mapbiomas são praticamente nulas, tendo sua área dividida entre floresta e agropecuária. Analisando os dados percebe-se que mais da metade das florestas existentes em 1990 viraram agropecuária em 2020, mostrando o grande avanço dessa classe na área.

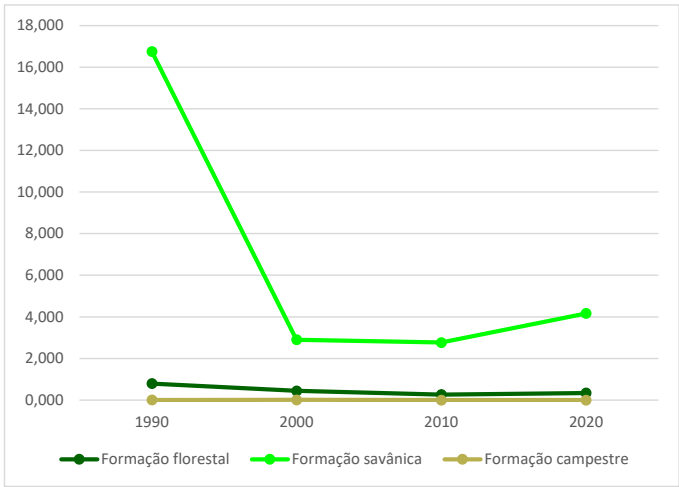
A seguir serão apresentadas as métricas relacionadas aos fragmentos da área externa 4.

Figura 70: Porcentagem das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4



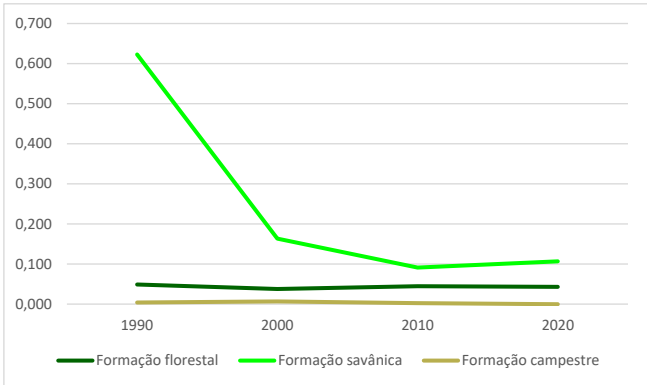
Fonte: Autoria própria

Figura 71: Área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Km²)



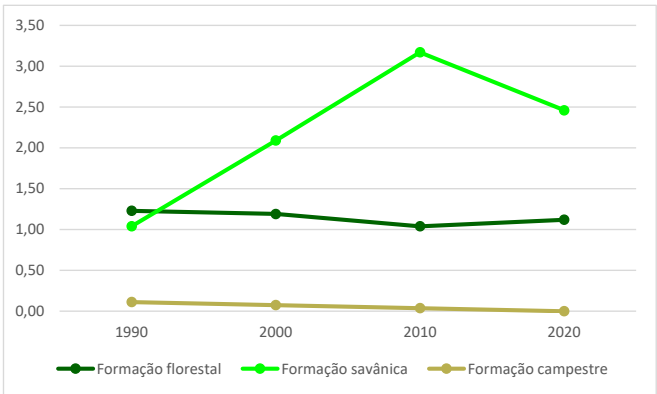
Fonte: Autoria própria

Figura 72: Tamanho médio dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Km²)



Fonte: Autoria própria

Figura 73: Densidade de fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não florestal na área externa 4 (Frag/Km²)



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos na área externa 4 é possível observar que a subclasse de formação savânica, maior da área, além de apresentar uma grande perda de sua área total entre 1990 e 2010, teve também uma grande fragmentação nesse período, com queda brusca da média de tamanho das manchas e da área do maior fragmento entre 1990 e 2000, e quedas menores entre 2000 e 2010; e sua densidade também trouxe indícios de fragmentação com um acentuado aumento entre 1990 e 2010. Já entre 2010 e 2020 a formação savânica continuou apresentando queda de sua área total, no entanto seu maior fragmento aumentou de tamanho e a densidade diminuiu, no entanto essa diminuição da densidade com a área total também diminuindo pode não ser devido a melhoria na qualidade dos fragmentos, mas sim devido a extinção de parte dessas manchas por completo.

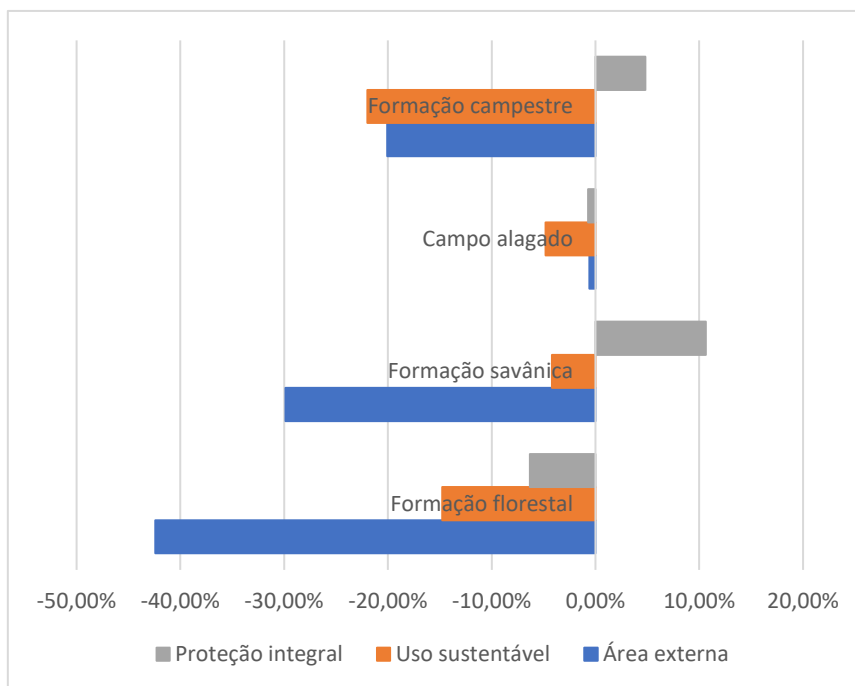
Dessa forma, a área externa 4 apresentou dados ruins para a biodiversidade da região, com amplo aumento da agropecuária e ampla fragmentação de sua principal subclasse florestal.

5.4 Análise dos grupos de áreas estudadas

5.4.1 Variação da cobertura de solo

Os gráficos a seguir mostram as médias de variações de cobertura do solo das quatro subclasses analisadas:

Figura 74: Variação percentual média e agrupada da área das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada

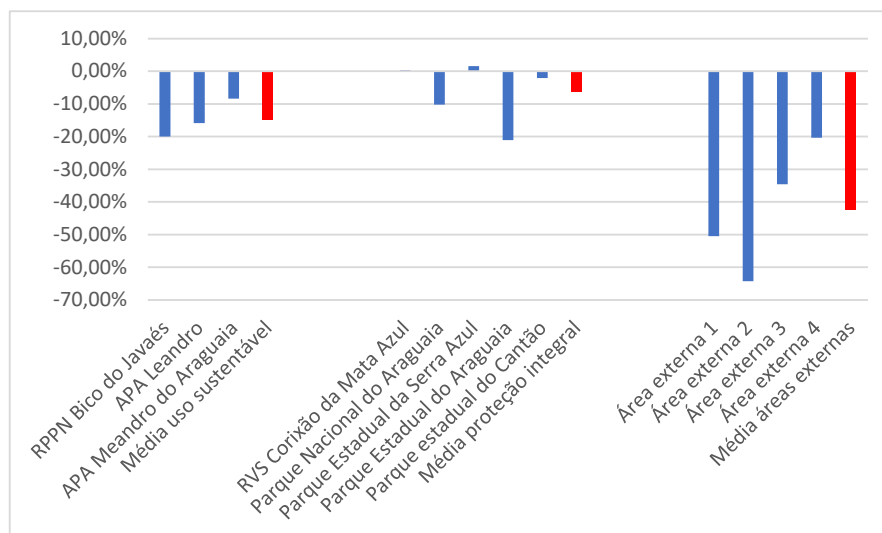


Fonte: Autoria própria

Analisando os dados é possível observar que as subclasses florestais, formação florestal e savânica, teve dados melhores para as Unidades de Conservação de proteção integral, seguido por Unidade de Conservação de uso sustentável e, por fim, a área externa. Dessa forma se mostra o resultado esperado de quanto maior a proteção de determinada área, menor o desmatamento e a perda de sua área florestal.

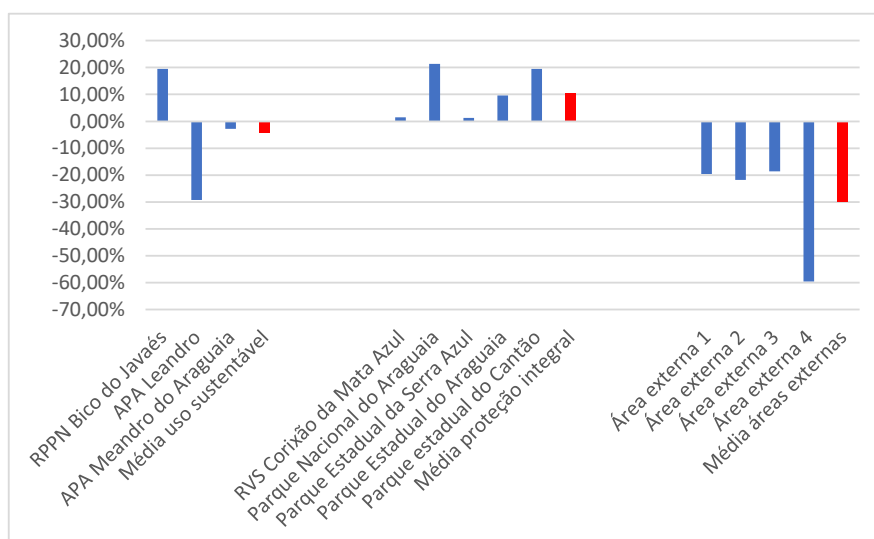
Já as subclasses de formação natural não florestal, campo alagado e formação campestre, mostrou as Unidades de Conservação de uso sustentável com dados piores que as áreas externas, porém tal fato pode ter ocorrido pelo fato de o grupo de uso sustentável ter apenas os dados da APA Leandro e da APA Meandros do Araguaia para essa análise, enquanto a área externa conta com dois dados para formação campestre e um pra campo alagado, portanto isso pode ter afetado nos resultados. De qualquer forma, as Unidades de conservação de proteção integral apresentaram bons dados também nessas duas subclasses.

Figura 75: Variação percentual nas UCs e áreas externas da área total da subclasse formação florestal



Fonte: Autoria própria

Figura 76: variação percentual nas UCs e áreas externas da área total da subclasse formação savânica



Fonte: Autoria própria

Analisando os gráficos das duas subclasses que fazem parte da classe florestal, formação florestal e savânica, observa-se algumas áreas de estudo que tiveram valores distantes da média do seu grupo. A variação da área da formação florestal mostra que Parque estadual da Serra Azul apresentou uma perda percentual bem maior que a média das UCs de proteção integral, ao mesmo que o Parque Nacional do Araguaia apresentou variação positiva de sua área total de formação florestal. As UCs de uso sustentável apresentaram baixa

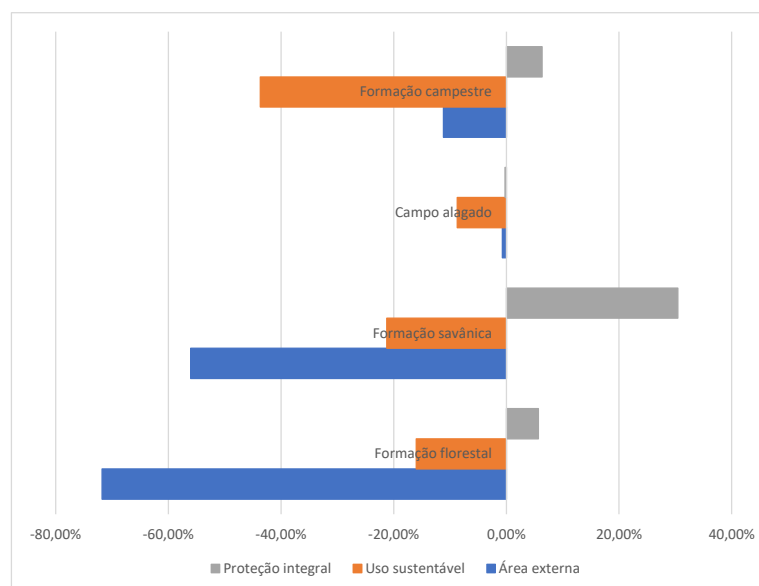
variação entre as três UCs analisadas, e as áreas externas apresentaram uma grande diferença entre os valores mais alto e mais baixo de suas 4 áreas.

Já a subclasse de formação savânica apresentou cerca de 20 % de ganho em sua área na RPPN Bico do Javaés, ao mesmo tempo que teve cerca de 30% de perda na APA Leandro, ambas de uso sustentável. Quanto as UCs de proteção integral, observa-se que todas as cinco apresentaram variação positiva da área de formação savânica presente, com o Parque Nacional do Araguaia e Parque Estadual do Cantão com a maior variação, cerca de 20%.

5.4.2 Variação da área do maior fragmento

A tabela e gráfico a seguir mostra as médias de variações da área do maior fragmento das quatro subclasses analisadas:

Figura 77: Variação percentual média e agrupada da área do maior fragmento das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada



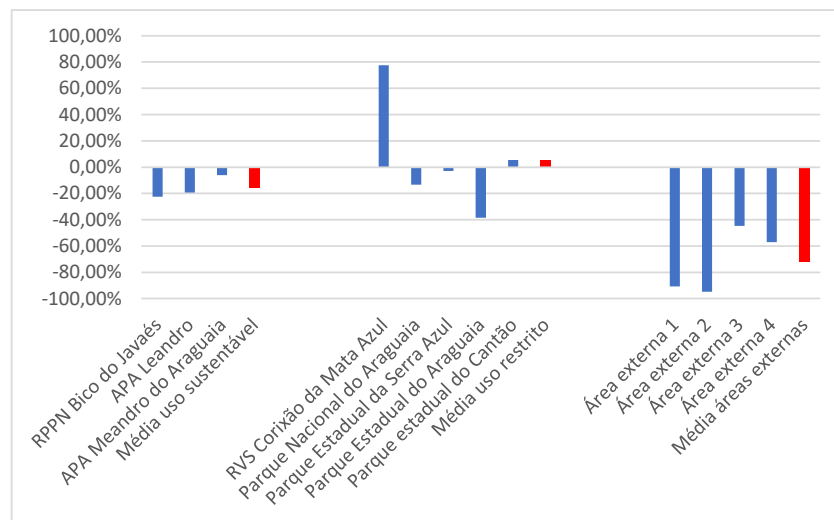
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados é possível observar que a variação da área do maior fragmento teve semelhanças com a variação de cobertura vegetal, já que nas subclasses florestais as Unidades de Conservação de proteção integral obtiveram melhores dados, com um aumento médio, e as áreas externas obtiveram os piores dados.

Quanto as subclasses de formação natural não florestal as Unidades de Conservação de uso sustentável obtiveram novamente os piores dados, e as Unidades de Conservação de

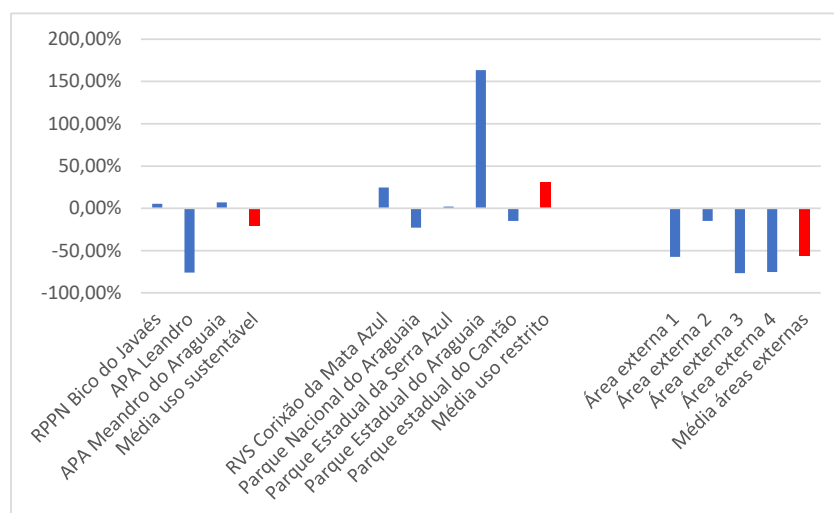
proteção integral os melhores. Vale destacar que as UCs de proteção integral obtiveram médias de aumento da área do maior fragmento em três das quatro subclasses analisadas, mostrando novamente a grande eficiência desse tipo de proteção.

Figura 78: Variação percentual nas UCs e áreas externas da área do maior fragmento da subclasse formação florestal



Fonte: Autoria própria

Figura 79: Variação percentual nas UCs e áreas externas da área do maior fragmento da subclasse formação savânica



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados da subclasse formação florestal, observa-se pouca variação entre os 3 dados das UCs de uso sustentável; já nas UCs de proteção integral, é importante destacar a ótima variação do RVS Corixão da Mata Azul, que apresentou uma variação de quase 80%

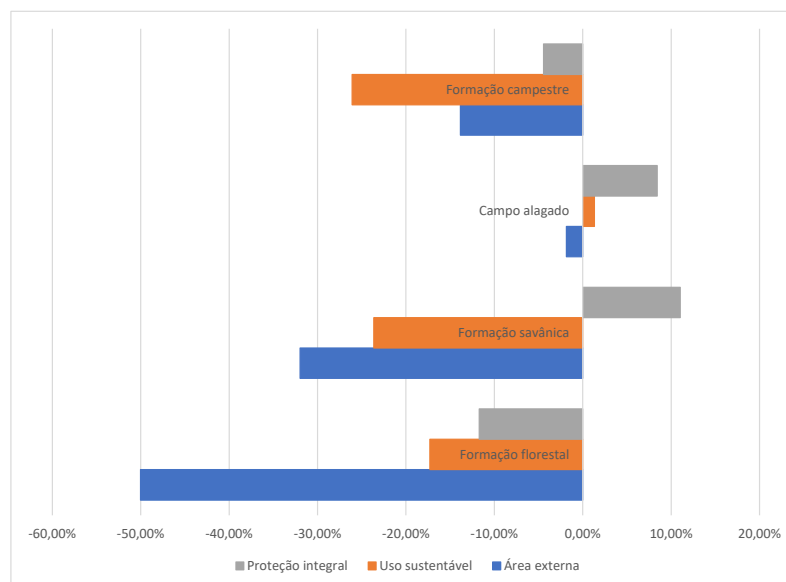
de aumento da área do maior fragmento de formação florestal no período analisado, ao mesmo tempo que o Parque Estadual do Araguaia teve variação negativa de quase 40% no mesmo índice.

Já a subclasse de formação savânica, vale ressaltar a grande perda percentual da área do maior fragmento na APA Leandro, com cerca de 75% de redução, valor bem menor que a média para as UCs de uso sustentável. Quanto as UCs de proteção integral chamam atenção o ótimo aumento percentual que o Parque Estadual do Araguaia teve na área do seu maior fragmento de formação savânica, um pouco mais de 150%, muito acima da variação média das UCs de proteção integral.

5.4.3 Variação do tamanho médio dos fragmentos

A tabela e gráfico a seguir mostra as médias de variações do tamanho médio dos fragmentos das quatro subclasses analisadas:

Figura 80: Variação percentual média e agrupada da área média dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada



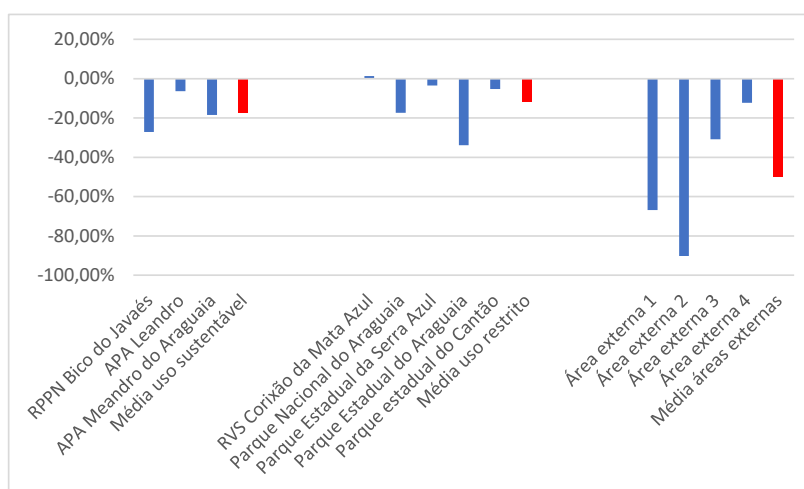
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados é possível observar que novamente as Unidades de Conservação de proteção integral apresentam os melhores dados em todas as quatro subclasses. As duas subclasses florestais apresentam as mesmas disposições de análise, com as UCs de proteção

integral com melhor dados e as áreas externas com os piores dados; já as subclasses de formação natural não florestal apresentam as UCs de uso sustentável com pior índice na formação campestre e as áreas externas com pior índice nos campos alagados.

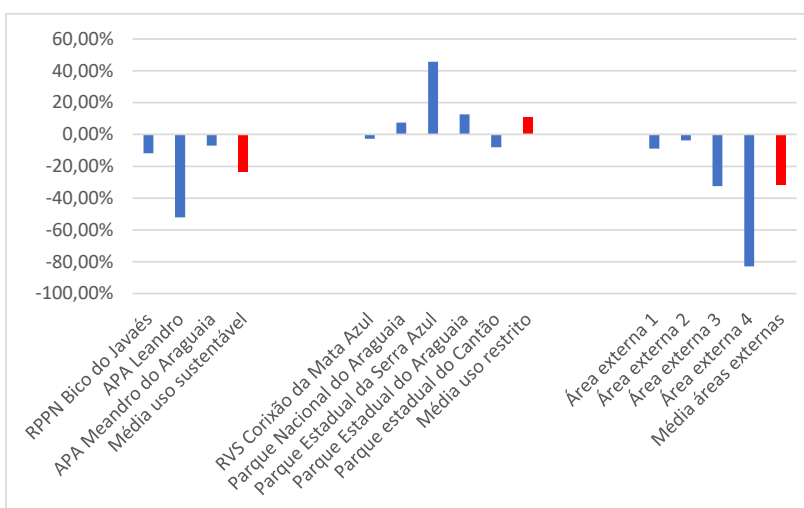
Dessa forma, observa-se que as Unidades de conservação de proteção integral foram mais uma vez o modelo mais eficiente na análise dessa métrica, mostrando ser a mais eficiente em amenizar os efeitos da fragmentação.

Figura 81: Variação percentual nas UCs e áreas externas da área média dos fragmentos da subclasse formação florestal



Fonte: Autoria própria

Figura 82: Variação percentual nas UCs e áreas externas da área média dos fragmentos da subclasse formação savânica



Fonte: Autoria própria

Analisando primeiramente os dados referentes a subclasse de formação florestal, nota-se que as UCs de uso sustentável apresentaram pouca variação nos três dados, já as UCs de

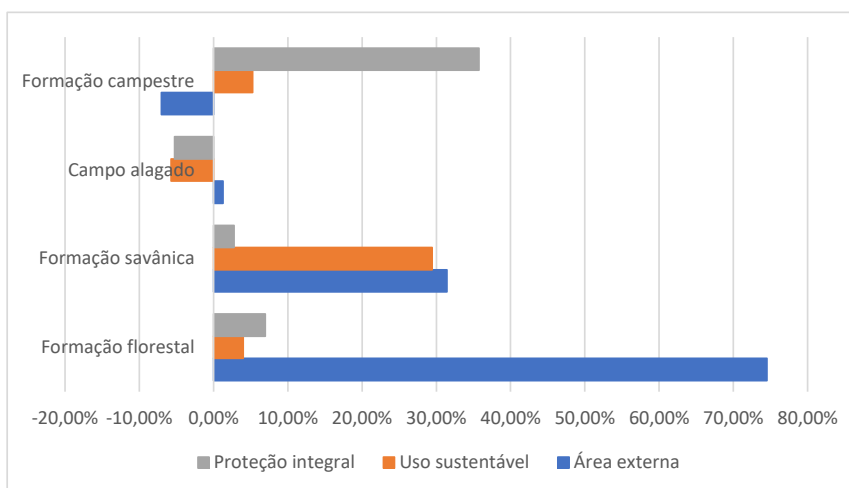
proteção integral apresentam como pior dado a variação negativa do tamanho médio dos fragmentos no Parque Estadual do Araguaia que chegou perto dos 40% de diminuição, valor bem menor que o da médias das cinco UCs do grupo.

Já a subclasse de formação savânica, destaca-se a APA Leandro, que apresenta maior perda percentual no tamanho médio dos fragmentos da subclasse, cerca de 50%, variação menor que a média das UCs de uso sustentável, cerca de 25% de diminuição; enquanto nas UCs de proteção integral apresenta como destaque positivo o Parque Estadual da Serra Azul, com um pouco mais de 40% de aumento do tamanho médio dos fragmentos, enquanto que a média do grupo foi de cerca de 10% de aumento.

5.4.4 Variação da densidade dos fragmentos

A tabela e gráfico a seguir mostra as médias de variações do tamanho médio dos fragmentos das quatro subclasses analisadas:

Figura 83: Variação percentual média e agrupada da densidade dos fragmentos das subclasses presentes nas classes florestal e formação natural não vegetada



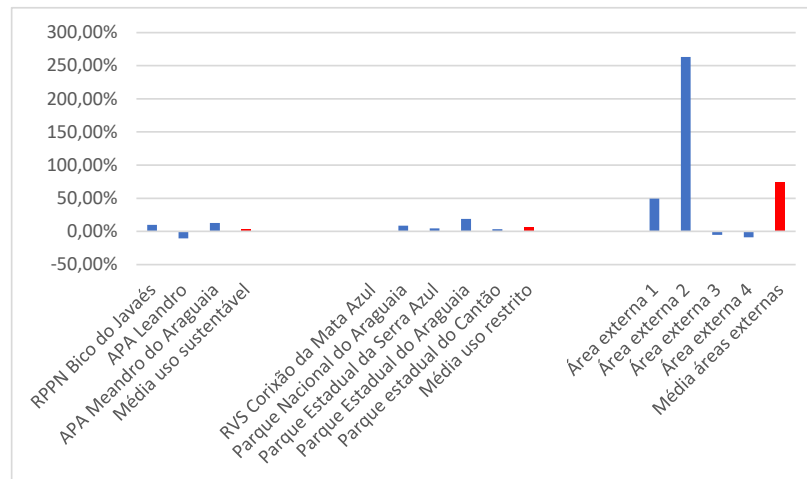
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados é possível observar que nas subclasses florestais, as áreas externas apresentaram os piores dados em ambas, no entanto as Unidades de Conservação de uso sustentável apresentaram dados melhores na formação florestal, enquanto as UCs de proteção integral tiveram dados melhores na formação savânica.

Já nas subclasses de formação natural não florestal, as áreas externas tiveram dados melhores na formação campestre e piores nos campos alagados. Chama atenção que as UCs

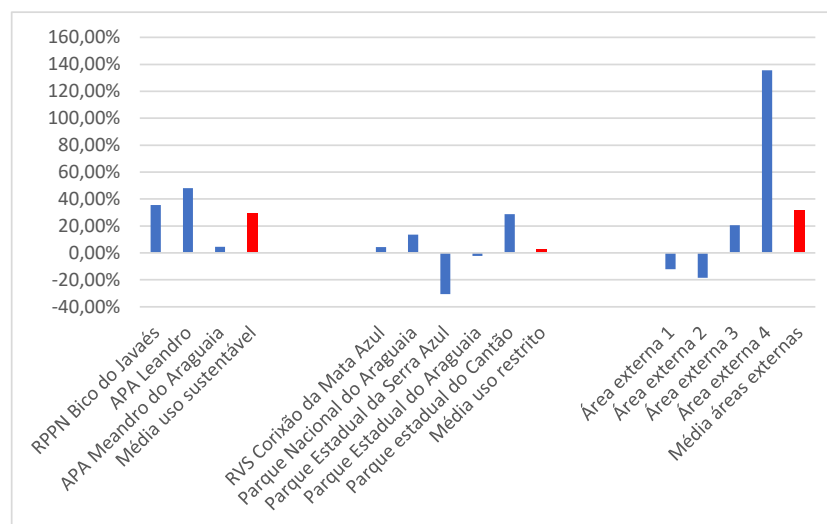
de proteção integral tiveram dado bem ruins na formação campestre, no entanto isso pode ter acontecido devido ao pequeno espaço amostral de análise, já que o esperado era o contrário.

Figura 84: Variação percentual nas UCs e áreas externas da densidade dos fragmentos da subclasse formação florestal



Fonte: Autoria própria

Figura 85: Variação percentual nas UCs e áreas externas da densidade dos fragmentos da subclasse formação savânica



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados de densidade para subclasse de formação florestal percebe-se que os grupos de UCs de uso sustentável e proteção integral apresentou baixa variação dos resultados em ambas, sem nenhuma UC ficando com variação distante da média. Já nas áreas

externas nota-se a área externa 2 com um aumento muito maior que a média na densidade dos fragmentos de formação florestal.

Já a subclasse de formação savânica, a APA Meandros do Araguaia apresenta variação de densidade menor que as outras duas UCs do grupo, sendo assim o melhor índice de UC de uso sustentável. Já no grupo de UCs de proteção integral, nota-se que o Parque Estadual da Serra Azul apresentou os melhores dados do grupo, com uma diminuição na densidade de fragmentos de cerca de 30%, enquanto o Parque Estadual do Cantão apresenta os piores dados, com cerca de 30% de aumento na densidade dos fragmentos de formação savânica.

5.5 Discussão

Analizando os dados, observa-se que na maioria das métricas calculadas as Unidades de Conservação de proteção integral apresentaram os melhores dados na preservação de sua cobertura vegetal e florestal, principalmente a florestal, seguido pelas Unidades de Conservação de uso sustentável e, por fim, as amostras de áreas externas.

Levando em consideração o grupo de UCs de uso sustentável, é importante ressaltar que as RPPNs, embora seja desse grupo, não permite a exploração direta da terra (BRASIL, 2000), sendo assim uma categoria de UC com mais proteção do que as APAs. No entanto, comparando os dados das três UCs desse grupo notou-se que as métricas da RPPN Bico do Javaés foram próximas das duas Áreas de Proteção Ambiental, Leandro e Meandros do Araguaia, tendo por exemplo a maior perda de formação florestal no período estudado nesse grupo, mostrando que a RPPN Bico do Javaés não apresentou a eficiência esperada pela tendência de Zanchetta (2021) que classificou como positiva a eficácia de conservação das RPPNs no estado de Rondônia.

Ainda analisando o grupo das UCs de uso sustentável, notou-se que a maior perda proporcional de área total de cobertura florestal no período foi da APA Leandro, que foi de 69,48% de cobertura florestal em sua área no ano de 1990 para 51,96% em 2020. Esses dados complementam os dados levantados por Araújo et al. (2017) que colocou a APA Leandro como a oitava Unidade de Conservação mais desmatada da Amazônia Legal entre 2012 e 2015.

Além disso, a APA Leandro foi a UC da região estudada que mais apresentou aumento da agropecuária em seu território, indo de 14,89% da área total em 1990 para 36,59% em 2020. Tal índice complementa o que foi apresentado por Moreira, Collicchio e Gamba (2019), que afirmou ter ocorrido um grande avanço da soja na APA entre 2008 e 2016, fato que tem

como um dos motivos os baixos índices de declividade que predominam na APA Leandro, não impedindo ou dificultando o trabalho de qualquer máquina agrícola (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO DO ESTADO DE TOCANTINS - SEPLAN, 2008). Outros autores confirmam esse desmatamento e avanço da agropecuária na APA Leandro, com Moreira (2017) mostrando avanço de 292,63% da soja entre 2011 e 2016; e Araújo, Barreto e Martins (2015) que apontou um significativo desmatamento na unidade entre 2012 e 2014.

A outra APA da área de estudo, a APA Meandros do Araguaia, teve sua cobertura florestal indo de 59,79% em 1990 para 56,78% em 2020; e sua cobertura de agropecuária dobrando no mesmo período, indo de 5,22% em 1990 para 10,83% em 2020. Esses dados confirmam o que foi levantado por Melo e Martins (2020) afirmando que a APA teve redução de 84% de cerrado antes da sua criação para 79% em 2017, sendo que essa área perdida foi convertida em pastagem.

É importante ressaltar que analisando o desmatamento nas 50 UCs críticas da Amazônia Legal entre 2012 e 2015, a categoria de UC que mais sofreu com desmatamento foi a de Áreas de Proteção Ambiental, com 11 unidades entre as 50 e com 42,4% do total de desmatamento que ocorreu na Amazônia Legal entre 2012 e 2015 (ARAÚJO et al., 2017), fato que pode ser relacionado com o fato de as duas APAs da região de estudo apresentarem maior avanço da agropecuária em seus territórios.

Ao avaliar a variação da cobertura total das subclasses florestais, formação florestal e savânica, nota-se a elevada diminuição de suas áreas nas amostras de área externa, o que mostra um elevado desmatamento que vem sendo substituído pela agropecuária. Essa diminuição das coberturas florestais e, conseqüentemente, diminuição das áreas de habitat para as espécies é a maior ameaça para a perda de biodiversidade na região (HADDAD et al., 2015). Além disso a variação da área total da subclasse formação florestal apresentou média negativa nos dois grupos de UCs, mostrando que, apesar de amenizar o desmatamento comparado às áreas sem proteção, o desmatamento também ocorreu nessas áreas.

A classe da agropecuária aumentou significativamente em todas as áreas externas e nas duas APAs da região de estudo, porém em algumas UCs percebeu-se um possível cenário de savanização das formações florestais. Na RPPN Bico do Javaés, no Parque Nacional do Araguaia, no Parque Estadual do Araguaia e no Parque Estadual do Cantão observou-se que, comparando 1990 e 2020, as quatro UCs apresentaram diminuição na cobertura total de floresta e na subclasse de formação florestal, no entanto apresentaram aumento na cobertura total de formação savânica e de agropecuária. Se esse fenômeno for de fato confirmado por outros estudos, se alinharia à teoria estudada por Nobre et al. (2016), que mesmo controlando

o desmatamento, o aumento da temperatura média pode causar a savanização da Amazônia, com perda de biomassa, ficando mais parecido ao cerrado brasileiro.

Já as métricas relacionadas aos fragmentos mostra que a maior eficiência no controle da fragmentação das quatro subclasses analisadas também foi do grupo de UCs de proteção integral, seguido do grupo de UCs de uso sustentável e, por fim, as amostras de áreas externas. Analisando as duas subclasses florestais, formação savânica e florestal, o grupo das áreas externas apresentou variações negativas do tamanho do maior fragmento e do tamanho médio, e variações positivas para a densidade de fragmentos, todos os três sendo parâmetros que comprovam uma intensa fragmentação nas áreas não protegidas na região, fenômeno que impacta os processos ecológicos causando a extinção local de diversas espécies e, consequentemente, perda na biodiversidade da região (MAGIOLI et al., 2016; TANNIER et al., 2016).

Quanto às variações dos dois grupos de UCs nas métricas relacionadas a fragmentos, apesar de algumas médias dessas variações indicarem processo de fragmentação, houve outras na qual a média variou positivamente no tamanho médio e do maior fragmento, e negativamente na densidade dos fragmentos. Dessa forma não é possível afirmar se houve fragmentação como um todo nas áreas protegidas, porém fica nítido a maior eficiência das UCs de evitar a fragmentação ocorrida nas áreas sem proteção, principalmente do grupo de Unidades de Conservação de proteção integral.

4 Conclusão

Analizou-se métricas de paisagem para avaliar a eficiência das Unidades de Conservação para preservar sua cobertura florestal e evitar a fragmentação. Na área de estudo do trabalho, foi possível observar que as Unidades de Conservação não conseguiram evitar a perda de cobertura florestal e a fragmentação dos fragmentos, no entanto, nas amostras de áreas externas não protegidas percebeu-se valores maiores de perda de cobertura e fragmentação de sua área florestal quando comparadas as UCs.

Além de as Unidades de Conservação se mostrarem eficientes para amenizar o desmatamento e fragmentação, foi nítido que as UCs de proteção integral tiveram valores métricos mais satisfatórios que as UCs de uso sustentável, mostrando que na área do estudo foram mais eficientes em preservar a biodiversidade de sua área. De qualquer forma as UCs de uso sustentável também tiveram valores métricos muito mais satisfatórios que as áreas não protegidas.

Recomenda-se a manutenção e fiscalização nas Unidades de Conservação da área de estudo, pois estão sendo eficientes em preservar a biodiversidade da área. Além disso seria de imensa importância a criação de novas UCs, de preferência de proteção integral, pois se mostraram mais eficientes que as áreas não protegidas.

Por fim, esse trabalho é uma pequena colaboração para os estudos essenciais da paisagem nas Unidades de Conservação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E.; BARRETO, P.; MARTINS, H. **Áreas protegidas críticas na Amazônia no período de 2012 a 2014**. Belém: Imazon, 2015.
- ARAÚJO, E. et al. **Unidades de conservação mais desmatadas da Amazônia legal (2012-2015)**. Belém: Imazon, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Catálogo de metadados da ANA**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>. Acesso em: 11 out. 2022a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Sub-bacias hidrográficas DNAEE**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/8b4d4fbd-8622-4116-8991-0a0530c02690>. Acesso em: 14 set. 2022b.
- BRASIL. **Lei nº 9985 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/l9985.htm. Acesso em: 17 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/pagina-inicial>. Acesso em: 4 out. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de conservação**. Departamento de Áreas Protegidas. Novembro de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areasprotegidasecoturismo/plataforma-cnuc-1>
- ERLE, E.; PONTIUS, R. Land-use and land-cover change. In: CUTLER, J. **Encyclopaedia of earth**. Cleveland: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, 2007.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487–515, 2003.
- FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 157–166, abr. 2005.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley, 1986.
- HADDAD, N.M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v. 1, n. 2, Mar. 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1500052.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=destaques>. Acesso em: 3 out. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN. **Reservas particulares do patrimônio natural RPPN**: Bico do Javaés. Disponível em: <https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/149/>. Acesso em: 18 out. 2022.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Áreas protegidas da Amazônia enfrentam quase 80 mil km de estradas irregulares**. 2016. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/areas-protegidas-da-amazonia-enfrentam-quase-80-mil-km-de-estradas-irregulares/>. Acesso em: 3 out. 2022.

JUNG, M. LecoS — a python plugin for automated landscape ecology analysis. **Ecological Informatics**, v. 31, p. 18–21, Jan. 2016.

MAGIOLI, M. et al. Connectivity maintain mammal assemblages functional diversity within agricultural and fragmented landscapes. **European Journal of Wildlife Research**, v. 62, n. 4, p. 431-446, 2016.

MAPBIOMAS. **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil** - coleção 7. 2020. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact-Sheet-Colecao7.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

MAPBIOMAS. **Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na coleção 6**. 2021. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Coleccion%206/Cod_Class_legenda_Col6_MapBiomias_BR.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

MARCUZZO, F.F.N. et al. **Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil**: cálculo de áreas, diferenças e considerações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017., Florianópolis. **Anais [...]**. São Paulo: ABRH, 2017.

MCGARIGAL, K. **FRAGSTATS**: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Corvallis: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; ENE, E. **Fragstats v4**: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Amherst: University of Massachusetts, 2012.

MELO, A.C.A.; MARTINS, P.T.A. Contribuição das áreas de proteção ambiental na conservação do Cerrado. **Revista de Geografia**, Recife, v. 37, n. 2, p. 53-71, 2020. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.242444>.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3– I, p. 445–463, 1999.

METZGER, J.P. O Que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, p. 1–9, 2001.

METZGER, J.P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza e Conservação**, v. 4, n.2, p.11-23, out. 2006.

MOREIRA, D.C. **Análise da expansão da cultura da soja na APA Ilha do Bananal/Cantão–Tocantins**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2017.

MOREIRA, D.C.; COLLICCHIO, E.; GAMBA, F.B. Panorama do cultivo e produtividade da soja na APA Ilha do Bananal/Cantão, Tocantins: safras 2008/2009. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 6, n. 4, p. 119-131, 2019.

NEWBOLD, T. et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, v. 520, n. 7545, p. 45–50, Apr. 2015.

NOBRE, C.A. et al. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016.

NOSS, R.F. A Regional landscape approach to maintain diversity. **BioScience**, v. 33, n. 11, p. 700–706, Dec. 1983.

OLIVEIRA, R.R.S. et al. Evolução do desmatamento nas ecorregiões do Bananal/TO e Parecis/MT para os anos de 2000 a 2015. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. **Anais eletrônicos [...]**. São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/evolucao-do-desmatamento-nas-ecorregioes-do-bananal-to-e-parecis-mt-para-os-anos-de-2000-a-2015>. Acesso em: dia mês ano.

PEREIRA, M.P.S.; FRANCELINO, M.R.; QUEIROZ, J.M. A Cobertura Florestal em Paisagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. **Floresta e Ambiente**, v. 24, abr. 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.134115>.

PETCH, J.R.; KOLEJKA, J. The Tradition of landscape ecology in Czechoslovakia. *In*: HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D.R.; COUSINS, S.H. **Landscape ecology and geographical information systems**. New York: CRC Press, 1993.

PIROVANI, D.B. et al. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, p. 271–281, abr. 2014.

RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003.

RATTER, J.A. et al. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso: I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition Area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London - B: biological sciences**, v.266,,n.880, p.449-492, Nov. 1973. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.1973.0053>. Acesso em: 4 out. 2022.

SCHELHAS, J.; GREENBERG, R.S. **Forest patches in tropical landscapes**. Washington, DC: Island Press, 1996.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 5ª ed. Palmas: SEPLAN, 2008.

SELMAN, P.; DOAR, N. An investigation of the potential for landscape ecology to act as a basis for rural land use plans. **Journal of Environmental Management**, v. 35, n. 4, p. 281–299, Aug. 1992.

SILVA, G.G. A Importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica. **Revista Logos**, v. 12, p. 127–151, 2005.

SOUZA, J.L.; FERREIRA, L.M.; CÔRTE, D.A.A. **Perguntas e respostas sobre reserva particular do patrimônio natural**. Quatro Barras: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2012.

TANNIER, C. et al. Impact of urban developments on the functional connectivity of forested habitats: a joint contribution of advanced urban models and landscape graphs. **Land Use Policy**, v. 52, p. 76–91, Mar. 2016.

TURNER, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 20, p. 171–197, 1989.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/node>. Acesso em: 14 out. 2022.

ZANCHETTA, M.L. et al. As Reservas particulares de patrimônio natural são eficientes para conservação florestal no Estado de Rondônia?. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19501>.