



Universidade de Brasília
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica

**CONSIDERAÇÕES SOBRE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NAS
ECOREGIÕES DO BIOMA CERRADO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 133

AMANDA SILVA BEZERRA

Brasília – DF
2018



Universidade de Brasília
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica

CONSIDERAÇÕES SOBRE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NAS ECOREGIÕES DO BIOMA CERRADO

AMANDA SILVA BEZERRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica da Universidade de Brasília, como exigência para obtenção do Título de Mestre em Geociências Aplicadas.

Orientador:

Dr. Edson Eyji Sano

Examinadores:

Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista

Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Brasília – DF
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Bezerra, Amanda Silva.

Considerações sobre Conservação da Biodiversidade nas Ecoregiões do Bioma Cerrado / Amanda Silva Bezerra; orientação de Edson Eyji Sano. Brasília, 2018. 84p. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Instituto de Geociências, 2018.

1. Cerrado; 2. Ecorregião; 3. Conservação; 4. Desmatamento; 5. Sensoriamento remoto.

Bezerra, Amanda Silva.

Considerações sobre Conservação da Biodiversidade nas Ecoregiões do Bioma Cerrado. Brasília, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2018, 84p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS:

NOME DO AUTOR: Amanda Silva Bezerra

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Considerações sobre Conservação da Biodiversidade nas Ecoregiões do Bioma Cerrado.

GRAU: Mestre

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Esse direito poderá ocorrer somente após a publicação dos artigos contidos no documento. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Amanda Silva Bezerra

bezerrasamanda@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, que sempre me serviu de incentivo e motivação.

Aos amigos e colegas que estiveram presentes na minha vida e na minha formação acadêmica, pelos ricos momentos divididos e pela paciência durante o mestrado e nos momentos difíceis.

Um agradecimento especial às pessoas que foram essenciais para este trabalho: meu orientador, Dr. Edson Eyji Sano, pela dedicação, paciência e empenho durante o desenvolvimento deste trabalho; e à Embrapa Cerrados, pela oportunidade de realização desta pesquisa por meio do fornecimento de dados essenciais para este projeto.

Agradeço aos membros da banca, por gentilmente terem aceito o convite de fazer parte desta banca e também pelas ricas contribuições feitas a este trabalho.

Não posso me esquecer dos professores do Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica que participaram da minha formação de alguma forma.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

E, finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
	1.1 INTRODUÇÃO.....	1
	1.2 OBJETIVOS.....	2
	1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	2
	1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
	2.1 BIOMA CERRADO.....	3
	2.2 ECORREGIÕES E A REPRESENTATIVIDADE ECOLÓGICA	8
	2.3 ÁREAS PROTEGIDAS	35
	2.3.1 <i>Unidades de Conservação</i>	35
	2.3.2 <i>Terras Indígenas</i>	37
	2.3.3 <i>Área de Preservação Permanente (APP)</i>	38
	2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E A EXPANSÃO AGRÍCOLA.....	41
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
	3.1 MATERIAIS	44
	3.1.1 <i>Ecorregiões do Cerrado</i>	44
	3.1.2 <i>Uso da Terra nas Ecorregiões do Cerrado</i>	44
	3.1.3 <i>Representatividade das Áreas Protegidas no Bioma Cerrado</i>	45
	3.1.4 <i>Passivos Ambientais em Áreas de Preservação Permanente</i>	45
	3.2 MÉTODOS.....	45
	3.2.1 <i>Uso da Terra das Ecorregiões do Cerrado</i>	45
	3.2.1.1 <i>Representatividade das Áreas Protegidas no Bioma Cerrado</i>	47
	3.2.1.2 <i>Passivos Ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs)</i>	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
	4.1 USO DA TERRA NAS ECORREGIÕES DO CERRADO.....	51
	4.1.1 <i>REPRESENTATIVIDADE DAS ÁREAS PROTEGIDAS NO BIOMA</i> <i>CERRADO</i>	54
	4.1.2 <i>PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE</i> 63	
	4.2 DISCUSSÕES	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
6	REFERÊNCIAS	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CÁLCULO DE ÁREA OCUPADA POR DIFERENTES ECORREGIÕES DO CERRADO.	11
TABELA 2 – QUADRO RESUMO DAS ECORREGIÕES ATUALIZADAS COM SUAS RESPECTIVAS ÁREAS, PERCENTUAL DO BIOMA E ESTADOS AS QUAIS RECOBREM.	15
TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS UCs DE PROTEÇÃO INTEGRAL NAS DIFERENTES ECORREGIÕES DO CERRADO.	56
TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DAS UCs DE USO SUSTENTÁVEL NAS DIFERENTES ECORREGIÕES DO CERRADO.	57
TABELA 5 – ÁREAS DAS ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO E SUA REPRESENTATIVIDADE POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL E PROTEÇÃO INTEGRAL E TERRAS ÍNDIGENAS.	60
TABELA 6 – QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS OCUPADAS POR DIFERENTES CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NAS 174 UNIDADES AMOSTRAIS DE APPs AO LONGO DAS DRENAGENS.	64
TABELA 7 – QUANTIDADE DE UNIDADES AMOSTRAIS E SUAS RESPECTIVAS PROPORÇÕES DE ÁREA CONSERVADA E ALTERADA NAS APPs AO LONGO DE DRENAGENS.	67
TABELA 8 – VARIÁVEIS E RESULTADO DA ANÁLISE DE ORDEM DE PRIORIDADE DE AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO NOS ESTADOS BRASILEIROS. FONTE: IBGE (2004).	4
FIGURA 2 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO DE 1970 A 2016, SEGUNDO DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BRASÍLIA-DF (CÓDIGO: 83377), REPRESENTATIVA DO CLIMA AW QUE OCUPA MAIOR PARTE DO BIOMA CERRADO. FONTE: ANA (2017).	5
FIGURA 3 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO BRASIL, DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN. FONTE: ALVARES ET AL. (2013).	6
FIGURA 4 – AS 846 ECORREGIÕES GLOBAIS QUE COMPÕEM O MAPA MUNDIAL REVISADO DE ECORREGIÕES, DENOMINADO DE ECOREGIONS 2017. ESTE MAPA PODE SER ENCONTRADO DE FORMA INTERATIVA NO SEGUINTE SÍTIOS DA INTERNET: ECOREGIONS2017.APPSPOT.COM. FONTE: DINERSTEIN ET AL. (2017).	10
FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS 22 ECORREGIÕES DO CERRADO. O POLÍGONO DELIMITADO PELA COR VERMELHA CORRESPONDE AO NOVO LIMITE DO BIOMA CERRADO, PROPOSTO POR IBGE (2004). FONTE: ADAPTADO DE ARRUDA ET AL. (2008).	12
FIGURA 6 – MAPA DE ECORREGIÕES DO CERRADO, ELABORADAS POR ARRUDA (2003) E ATUALIZADAS PARA O NOVO LIMITE DO BIOMA PROPOSTO POR IBGE (2004).	14
FIGURA 7 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DE PASSIVO AMBIENTAL EM ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE AO LONGO DAS DRENAGENS.	48
FIGURA 8 - ETAPAS DE PROCESSAMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS).	49
FIGURA 9 – EXEMPLO DE RESULTADO FINAL DAS ETAPAS DE PROCESSAMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) AO LONGO DAS DRENAGENS.	50
FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CULTURAS AGRÍCOLAS ANUAIS E PERENES DO BIOMA CERRADO EM 2013. FONTE: MMA (2015). PARA IDENTIFICAÇÃO DAS ECORREGIÕES, VIDE FIG. 7.	52
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS PASTAGENS CULTIVADAS DO BIOMA CERRADO EM 2013. FONTE: MMA (2015). PARA IDENTIFICAÇÃO DAS ECORREGIÕES, VIDE FIG. 7.	53
FIGURA 12 - PORCENTAGEM DE ÁREA ANTROPIZADA POR CULTURAS AGRÍCOLAS E PASTAGENS CULTIVADAS EM 2013 EM CADA ECORREGIÃO DO CERRADO.	54
FIGURA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NAS ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO. ..	55
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DAS TERRAS INDÍGENAS NAS ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO.	61
FIGURA 15 – PORCENTAGEM DE ÁREAS PROTEGIDAS ENCONTRADAS EM CADA ECORREGIÃO DO CERRADO.	62
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCENTUAL DE ÁREAS PROTEGIDAS POR ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO.	63
FIGURA 17 – PORCENTAGEM DE PASSIVOS AMBIENTAIS DENTRO DE APPS ENCONTRADOS NAS 20 ECORREGIÕES DO CERRADO.	64

FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS PASSIVOS AMBIENTAIS POR ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO.	65
FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ORDEM DE PRIORIDADE DE AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE POR ECORREGIÕES DO BIOMA CERRADO.....	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CARACTERIZAÇÃO DOS CLIMAS ENCONTRADOS NO BIOMA CERRADO.	5
QUADRO 2 – TIPOS DE SOLOS ENCONTRADOS NO BIOMA CERRADO.	7
QUADRO 3 - CATEGORIAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E SEUS USOS.	36

LISTA DE SIGLAS

ANA	- Agência Nacional de Águas
APP	- Área de Preservação Permanente
CDB	- Convenção sobre Diversidade Biológica
CNUC	- Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	- <i>Food and Agriculture Organization</i>
FUNAI	- Fundação Nacional do Índio
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Não-Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
NASA	- <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONG	- Organizações Não-Governamentais
SNUC	- Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SRTM	- <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TI	- Terra Indígena
TNC	- <i>The Nature Conservancy</i>
TREES	- <i>Tropical Ecosystem Environment Observation by Satellite</i>
UA	- Unidade Amostral
UC	- Unidade de Conservação
UTM	- Universal Transversa de Mercator
WWF	- <i>World Wildlife Fund</i>

RESUMO

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais para conservação da biodiversidade devido à sua extensa área e abundância de espécies endêmicas. A heterogeneidade biológica de ambientes naturais complexos como o Cerrado tem dificultado a definição de estratégias e metodologias para identificação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade. As ecorregiões são consideradas referências para o desenvolvimento de políticas públicas para conservação da natureza e para o planejamento territorial. Ecorregião é uma unidade geográfica definida como um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos e condições ambientais similares, nas quais as interações ecológicas são críticas para sua sobrevivência a longo prazo. O objetivo geral desse estudo foi caracterizar as ecorregiões do bioma Cerrado em termos de áreas antropizadas, áreas protegidas e passivo ambiental ao longo de drenagens de modo a hierarquizar as áreas com prioridade de conservação. Dados de áreas antropizadas analisadas neste estudo foram produzidas pelo projeto de mapeamento de uso e cobertura vegetal do Cerrado denominado TerraClass Cerrado 2013. Os dados de áreas protegidas foram compostos pelos *shapefiles* das unidades de conservação federal, estadual e municipal e terras indígenas, enquanto os dados de passivo ambiental foram gerados por amostragem, por meio do uso de uma grade regular de 1° x 1° e interpretação visual de imagens do satélite RapidEye. Resultados indicaram grande variação das ecorregiões em termos de ocupação agropecuária (de 2,6% a 71,7%) e baixo percentual de áreas protegidas no Cerrado (média de 7,6%, abaixo da meta internacional que é de 17%). O passivo ambiental médio das áreas de preservação permanente (APPs) ao longo das drenagens foi de 25%, com uma variação de 0,65% a 85%, dependendo da ecorregião. Resultados deste estudo indicaram a necessidade de medidas de conservação da biodiversidade do Cerrado e que a intensidade dessas medidas deve variar dependendo da ecorregião em consideração.

Palavras-chaves: Cerrado, Ecorregião, Conservação, Desmatamento, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The Cerrado is considered one of the world's hotspots for biodiversity conservation due to its extensive area and abundance of endemic species. The biological heterogeneity of complex natural environments such as the Cerrado has made it difficult to define strategies and methodologies to identify priority areas for biodiversity conservation. Ecoregions are considered as references for the development of public policies for environmental conservation and for landscape planning. Ecoregion is a geographic unit defined as a set of geographically distinct natural communities that share most of their species, dynamics and ecological processes and similar environmental conditions in which ecological interactions are critical to their long-term survival. The objective of this study was to characterize the ecoregions of the Cerrado biome in terms of land use, protected areas and environmental liabilities along streams in order to establish priority areas for conservation. Data of land use analyzed in this study were produced by the Cerrado's land use and cover mapping project called TerraClass Cerrado 2013. Data from the protected areas were composed of shapefiles of conservation units at the federal, state and municipal levels and of indigenous lands, while the environmental liabilities data were generated using a sampling strategy based on a regular grid of 1° x 1° and on the visual interpretation of RapidEye satellite images. Results indicated a great variation of ecoregions in terms of land use (from 2.6% to 71.7%) and a low percentage of protected areas in the Cerrado (an average of 7.6%, below the international target of 17%). The average environmental liability of permanent preservation areas along the streams was 25%, varying from 0.65% to 85%, depending on the ecoregion. Results of this study indicated the need of actions for the Cerrado biodiversity conservation and that the intensity of these actions should vary depending on the ecoregion under consideration.

Keywords: Cerrado, Ecorregion, Conservation, Deforestation, Remote Sensing.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocupa cerca de 204 milhões de hectares na porção central do Brasil e engloba partes dos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo e também o Distrito Federal (IBGE, 2004). Este bioma se caracteriza como uma formação do tipo savana tropical, com grande sazonalidade e presença de formações herbáceas, arbustivas e arbóreas (WALTER et al., 2008). O Cerrado apresenta uma grande diversidade ecológica e de paisagens e é conhecido ainda pela sua elevada produtividade em termos de cultura agrícola (SANO, 2010). Devido aos baixos preços das terras, ao avanço tecnológico e aos programas governamentais de incentivo à exploração agropecuária, o Cerrado se tornou atrativo e por isso vem ocorrendo uma rápida expansão agrícola, ameaçando a sua integridade (REZENDE, 2002; BRANDÃO, 2006; SANO, 2010).

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais de conservação da biodiversidade devido à sua extensa área e à abundância de espécies endêmicas (MYERS et al., 2000). Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo (MYERS et al., 2000), abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas. Além disso, nele existe uma grande diversidade de habitats que garantem a existência de um notável número de espécies (MMA, 2017a).

Para evitar a perda de diversidade por causa da expansão agrícola, é necessário um sistema que garanta a conservação da biodiversidade de forma abrangente e que leve em consideração a representatividade ecológica de forma equilibrada (ARRUDA, 2003). Os estudos de representatividade ecológica, em geral, têm o objetivo de verificar se os ecossistemas estão sendo representados de forma que seja possível definir as lacunas entre as iniciativas conservacionistas e, a partir disso, definir as prioridades para conservação (FERREIRA & ARRUDA, 2001).

Muitas instituições do governo e organizações privadas, principalmente nos países desenvolvidos, utilizam o sistema de classificação da paisagem baseados no conceito de ecorregião para estudos de representatividade ecológica (OLSON et al., 2001; LOVELAND & MERCHANT, 2004). Segundo o estudo “Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe” (DINERSTEIN et al., 1995), ecorregião pode ser definido como “um conjunto de

comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, nas quais as interações ecológicas são críticas para sua sobrevivência a longo prazo”.

Para Arruda (2003), a divisão do bioma em ecorregiões torna as informações mais representativas em relação à diversidade biológica e possibilita conclusões mais refinadas sobre a situação de equilíbrio ou não da conservação, resolvendo o problema de falta de representatividade dos dados. A utilização de ecorregiões como unidades geográficas é considerada mais eficiente quando se fala em estudos de representatividade/diversidade ecológica devido à apresentação de dados mais apurados em uma escala diferenciada, onde os limites são bem definidos e de acordo com objeto de estudo (ARRUDA, 2003).

Dentro desse contexto, esta dissertação de mestrado aborda sobre o sistema de classificação das ecorregiões para o bioma Cerrado de modo a observar as características específicas de cada ecorregião em relação ao seu uso do solo, biodiversidade e representatividade de suas áreas protegidas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse estudo foi caracterizar as ecorregiões do Cerrado em termos de uso da terra, áreas protegidas e passivo ambiental ao longo das drenagens.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a ocupação agropecuária nas diferentes ecorregiões do Cerrado;
- Analisar a distribuição e representatividade das unidades de conservação e terras indígenas nas diferentes ecorregiões;
- Analisar o passivo ambiental nas áreas de preservação permanente (APPs) ao longo das drenagens nas diferentes ecorregiões do Cerrado; e
- Classificar as ecorregiões em ordem de prioridade de conservação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são descritos os principais conceitos e as fundamentações teóricas sobre os temas discutidos neste estudo: bioma cerrado, ecorregiões, áreas protegidas, impactos ambientais e expansão agrícola.

2.1 BIOMA CERRADO

O bioma Cerrado situa-se entre 2° e 24° de latitude Sul e entre 42° a 60° de longitude Oeste, estando a sua maior parte no Planalto Central do Brasil (Figura 1). Seus aproximadamente 204 milhões de hectares abrangem parcialmente 11 estados, além do Distrito Federal e aproximadamente 24% da área total do Brasil (IBGE, 2004). Além da sua relevância territorial, este bioma possui características socioeconômicas, bióticas, físicas e ecossistêmicas únicas que lhe conferem importância estratégica para o país (MMA, 2017a).

O Cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira e é composta por um mosaico de vários tipos de vegetação, resultante da diversidade de solos e climas presentes nessa extensa região (ALHO & MARTINS, 1995). Com mais de 4.800 espécies de plantas e vertebrados endêmicos, o Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais para conservação da biodiversidade (STRASSBURG, 2017).

Segundo o mapeamento realizado pelo projeto de mapeamento de uso e cobertura de terras do Cerrado (TerraClass Cerrado 2013) (MMA, 2015), aproximadamente 44% de sua área já havia sido antropizada. Ou seja, apesar de sua enorme importância para a conservação de espécies e fornecimento de serviços ecossistêmicos, este bioma já tinha perdido 88 milhões de hectares da sua cobertura original de vegetação em 2013. Entre 2002 e 2011, a taxa média de desmatamento no Cerrado foi por volta de 1% ao ano, cerca de 2,5 vezes maior do que a da Amazônia (STRASSBURG, 2017). Segundo os dados do TerraClass Cerrado, a classe mais expressiva de uso de terras do Cerrado é a pastagem plantada, seguida pela agricultura anual e perene, mostrando assim que uma das principais ameaças deste bioma à perda da biodiversidade advém da agropecuária.

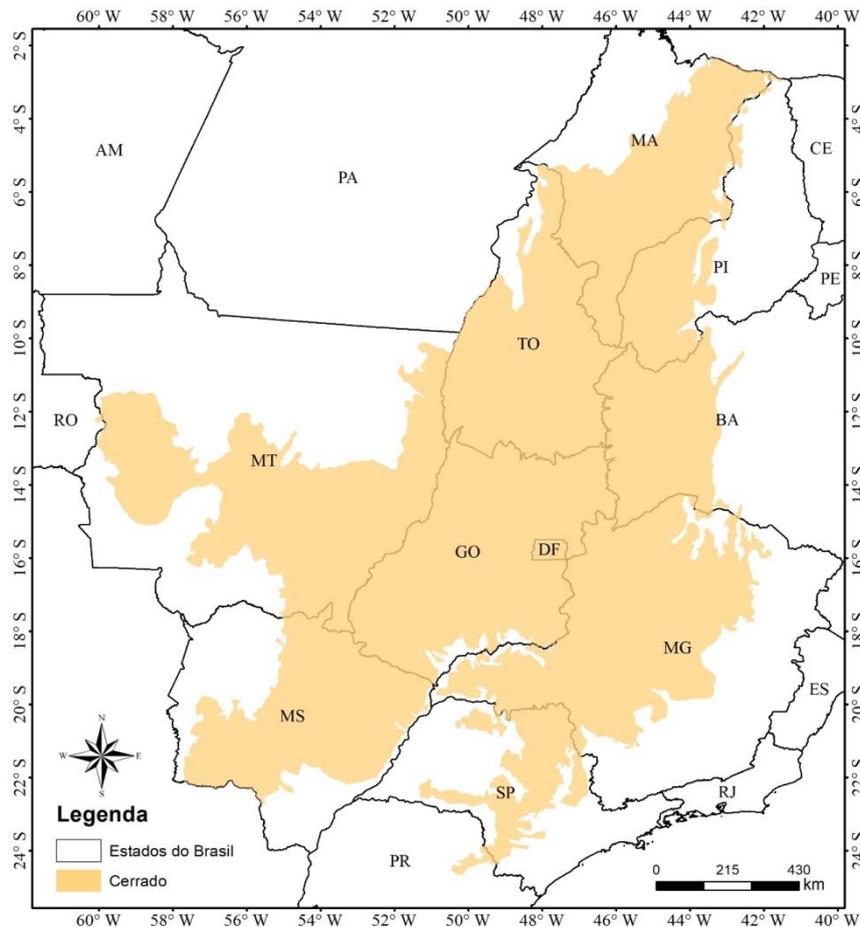


Figura 1 – Mapa de localização do bioma Cerrado nos estados brasileiros. Fonte: IBGE (2004).

As características climáticas deste bioma são peculiares. Em sua grande parte, possui duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro e outubro e se estende até março e abril e outra estação seca, que se inicia nos meses de abril e maio e se estende até setembro e outubro. A estação seca é caracterizada pela deficiência hídrica causada pela drástica redução nas ocorrências de chuva (SILVA et al., 2008). A precipitação média mensal típica do clima (Aw) que engloba a maior porção do bioma Cerrado é indicada na Figura 2. A estação que apresenta deficiência hídrica é mais importante sob o aspecto ecológico, pois as deficiências determinam as tolerâncias das espécies vegetais (SILVA et al., 2008). A deficiência hídrica também assume papel importante para as culturas agrícolas, uma vez que se faz necessária a suplementação por irrigação, aumentando a demanda por recursos hídricos.

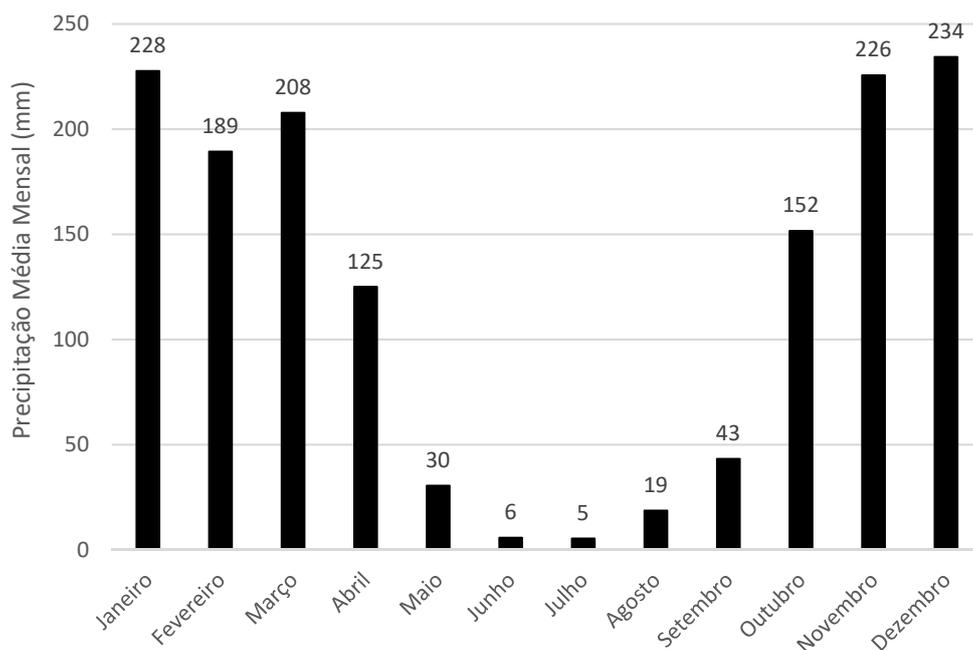


Figura 2 – Precipitação média mensal no período de 1970 a 2016, segundo dados da estação meteorológica de Brasília-DF (Código: 83377), representativa do clima Aw que ocupa maior parte do bioma Cerrado. Fonte: ANA (2017).

Segundo Alvares et al. (2013), em sua atualização da classificação climática de Köppen para o Brasil, há a ocorrência de seis tipos de clima no bioma Cerrado, sendo três na zona tropical, um na zona seca/árido e dois na zona subtropical úmida ou temperada (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização dos climas encontrados no bioma Cerrado.

Zona	Descrição geral	Código	Descrição específica
Tropical	Climas megatérmicos; temperatura do mês mais frio do ano $\geq 18^{\circ}\text{C}$;	Am	Clima de monções
		Aw	Inverno seco e chuvas máximas no verão
		As	Verão seco e chuvas de inverno
Seca/árida	Climas secos	Bsh	Clima de estepes de baixas latitudes e altitudes
Subtropical úmida/temperada	Climas mesotérmicos; temperatura do mês mais frio entre -3°C e 18°C	Cwa	Inverno seco e verão quente
		Cwb	Inverno seco e verão temperado

Fonte: Alvares et al. (2013).

O clima presente na maior parte do Cerrado é o Aw (Figura 3), tendo pequenas áreas recobertas por outros climas (Am, As, Bsh, Cwa e Cwb). O clima é de

grande importância para essa região, uma vez que as variáveis que definem o clima são de grande relevância para estudos ecológicos, botânicos, fitogeográficos e produção agrícola.

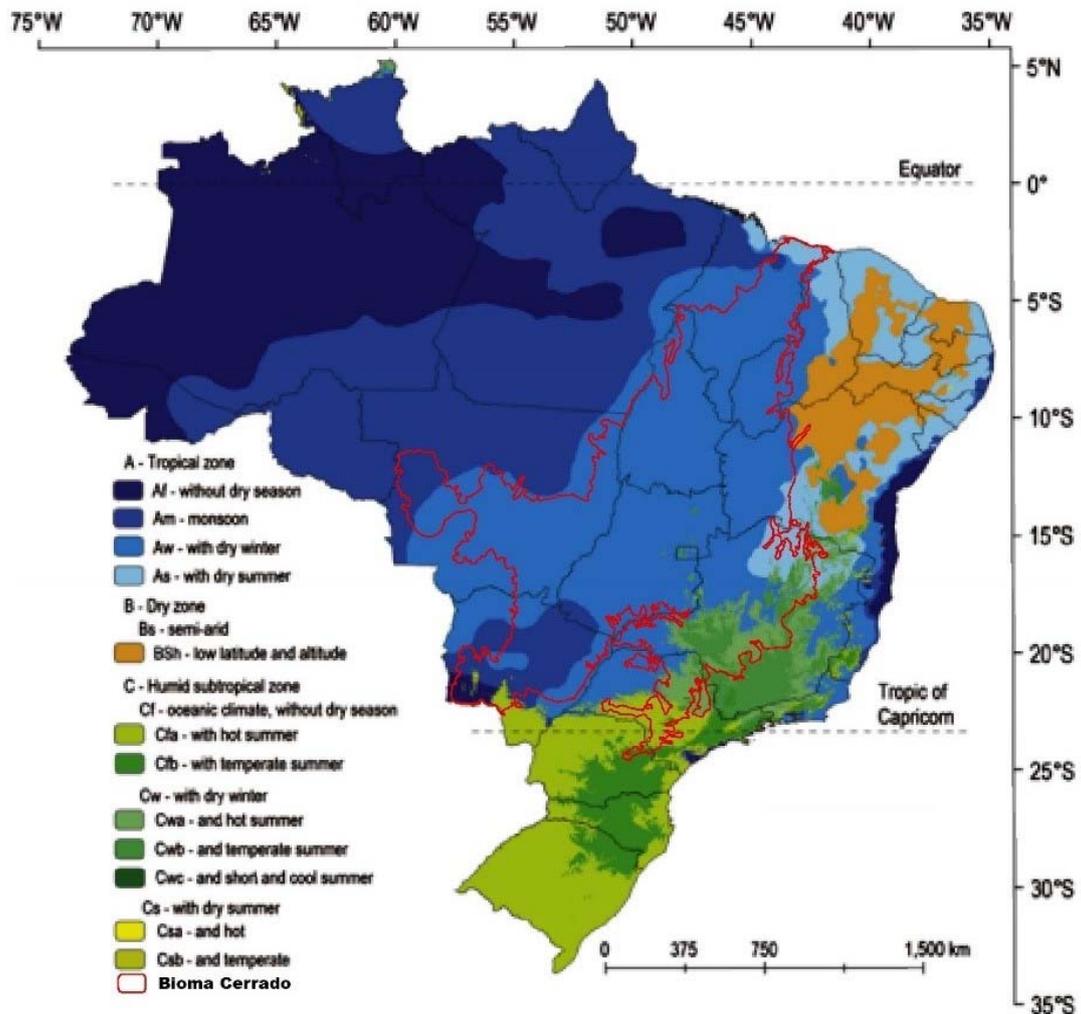


Figura 3 – Mapa de classificação climática do Brasil, de acordo com os critérios de classificação de Köppen. Fonte: Alvares et al. (2013).

Em relação aos recursos hídricos, o Cerrado desempenha um papel fundamental no processo de distribuição de recursos hídricos pelo país, sendo local de origem das grandes bacias hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano. O Cerrado abrange três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul, contribuindo com 43% das águas superficiais do Brasil fora da Amazônia (STRASSBURG, 2017).

Já o solo do Cerrado, assim como a vegetação, apresenta grande diversidade. Segundo o mapa de solos da EMBRAPA, lançado em 2012, existem 38 classes de solos neste bioma, podendo ser relacionados com diferentes tipos de vegetação. A maior parte do bioma Cerrado é dominada pelos Latossolos (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipos de solos encontrados no bioma Cerrado.

Tipos de solos encontrados no Cerrado			
1	Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos	20	Luvissolos Crômicos Órticos
2	Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos	21	Luvissolos Crômicos Pálicos Neossolos Flúvicos Tb
3	Argissolos Vermelhos Distróficos	22	Distróficos
4	Argissolos Vermelhos Eutróficos	23	Neossolos Litólicos Distróficos
5	Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos	24	Neossolos Litólicos Eutróficos Neossolos Quartzarênicos
6	Cambissolos Háplicos Tb Distróficos	25	Hidromórficos Neossolos Quartzarênicos
7	Cambissolos Húmicos Distróficos	26	Órticos Neossolos Regolíticos
8	Chernossolos Argilúvicos Órticos	27	Distróficos
9	Chernossolos Rêndzicos Órticos	28	Nitossolos Vermelhos Distróficos
10	Gleissolos Háplicos Ta Distróficos	29	Nitossolos Vermelhos Eutróficos
11	Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos	30	Organossolos Háplicos Hêmicos
12	Gleissolos Háplicos Tb Distróficos	31	Planossolos Háplicos Distróficos
13	Gleissolos Sálidos Sódicos	32	Planossolos Háplicos Eutróficos
14	Latossolos Amarelos Distróficos Latossolos Vermelho-Amarelos	33	Planossolos Nátricos Órticos
15	Distroférricos	34	Plintossolos Háplicos Distróficos
16	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	35	Plintossolos Pétricos Concrecionários Vertissolos Ebânicos
17	Latossolos Vermelhos Distroférricos	36	Carbonáticos
18	Latossolos Vermelhos Distróficos	37	Vertissolos Ebânicos Órticos
19	Latossolos Vermelhos Eutroférricos	38	Vertissolos Háplicos Órticos

Fonte: EMBRAPA (2012).

O clima e as variáveis que as definem, os solos e os recursos hídricos são fatores fundamentais para a delimitação dos diferentes tipos de vegetação (fitofisionomias) e que, junto com outros fatores, são de extrema importância para a definição de habitats para fauna e flora. Além disso, os diferentes climas e solos

influenciam não só a composição da vegetação, mas também a organização e a produção no espaço geográfico desse bioma.

2.2 ECORREGIÕES E A REPRESENTATIVIDADE ECOLÓGICA

Os ecossistemas, de acordo com escalas geográficas, podem ser classificados em macroecossistemas, mesoecossistemas e microecossistemas, os quais podem ser representados, respectivamente, por bioma, ecorregião e habitat (SANO et al., 2008). Diferentes países adotam diferentes unidades geográficas e nomenclaturas. Porém, de maneira geral, países de dimensões continentais têm adotado classificações de ecossistemas com escalas, critérios e nomenclaturas semelhantes (MILLER et al., 2001).

Segundo Bailey (1996), há muitas razões para reconhecer os ecossistemas em diversas escalas, pois os sistemas estão localizados dentro de outros ecossistemas e seus limites são variáveis. Uma modificação em um sistema pode afetar as operações de outros sistemas interligados. Vários países utilizavam ações com abordagens macroecossistêmicas para análise, planejamento e gestão de biomas e ecossistemas, porém, atualmente as ecorregiões são consideradas referências para o desenvolvimento de políticas públicas para conservação da natureza e para o planejamento biorregional (DINERSTEIN et al., 1995; ARRUDA, 2003).

O conceito de ecorregião evoluiu junto com as novas técnicas e estudos de conservação da biodiversidade, as quais estão contribuindo para o alcance das metas estratégicas de conservação. Nesse sentido, segundo Ferreira & Arruda (2001), a adoção de ecorregiões como unidade de referência apresenta as seguintes vantagens:

- Aplicada ao planejamento de conservação da biodiversidade, ela aborda diferentes escalas biogeográficas, com visão de longo prazo; e
- Toda biota (de espécies até comunidade) e o habitat são abrangidos, assim como os processos evolutivos e ecossistêmicos.

Um dos principais estudos de ecorregiões realizados até o momento foi o “Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe” (DINERSTEIN et al., 1995) que classifica os biomas mundiais em ecorregiões e as define como:

“um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, nas quais as interações ecológicas são críticas para sua sobrevivência a longo prazo”

Olson et al. (2001), com base nos estudos de Dinerstein et al. (1995), Ricketts et al. (1999), Pielou (1979), Udvardy (1975) e mapas de distribuição global de fauna, flora e vegetação, elaboraram um novo mapa de ecorregiões terrestres da Terra. Este mapa contava com 867 ecorregiões, divididas em 14 biomas. Segundo Olson et al. (2001), o mapa de ecorregiões contribui para a conservação da biodiversidade, pois ele as classifica de acordo com dados de endemismo de espécies, taxas de raridade e riqueza de espécies, diferenças ecológicas e raridade global dos tipos de habitats, além de várias outras variáveis. Sendo assim, esse tipo de mapa é uma importante ferramenta para estudos e políticas relacionadas à conservação de biodiversidade.

Dinerstein et al. (2017) realizaram uma revisão do mapa de ecorregiões globais produzido por Olson et al. (2001) e apresentaram o mapa revisado e intitulado Ecoregions 2017 (Figura 4). Nessa atualização, a escala de trabalho foi a mesma da anterior e grande parte do mapa não teve alterações, só houve alterações na Península Arábica, parte da ecorregião da África Continental, Antártica e sudeste dos Estados Unidos. A revisão resultou em 846 ecorregiões distribuídas em 14 biomas ao redor do mundo. O bioma Cerrado continuou representado por uma única grande ecorregião. Sendo assim, o mapa mais atual das ecorregiões do Cerrado continua sendo o de Arruda (2003).

Segundo Arruda et al. (2008), o Brasil abriga seis biomas e 79 ecorregiões. Essa grande quantidade de ecorregiões pode ser explicada pela enorme dimensão do Brasil e sua grande variação geomorfológica e climática. O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta, uma vez que a diversidade biótica está diretamente relacionada com a dimensão territorial e com as variedades de habitats que proporcionam o processo de especialização das espécies (FRANCO, 2013).

No Brasil, a história da fitogeografia começou com Martius que se utilizou de nomes de divindades gregas para a divisão das espécies botânicas do Brasil. Depois disso, estudos se sucederam até que Lindalvo Santos, em 1943, apresentou a primeira

divisão fitogeográfica que era baseada exclusivamente em fitofisionomia (ARRUDA et al., 2008). Outros estudos foram se derivando até que Ab'Saber (1977) propôs os biomas brasileiros. Depois disso, surgiram diversos estudos e iniciativas que desenvolveram e refinaram essa delimitação até que, em 1998, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Não-Renováveis (IBAMA), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e as principais organizações não-governamentais (ONGs) ligadas ao meio ambiente, tais como o *World Wildlife Fund* (WWF) e *The Nature Conservancy* (TNC), executaram a tarefa de aplicar, aos biomas brasileiros, a divisão em ecorregiões com base na metodologia de Dinerstein et al. (1995) (ARRUDA et al., 2008).

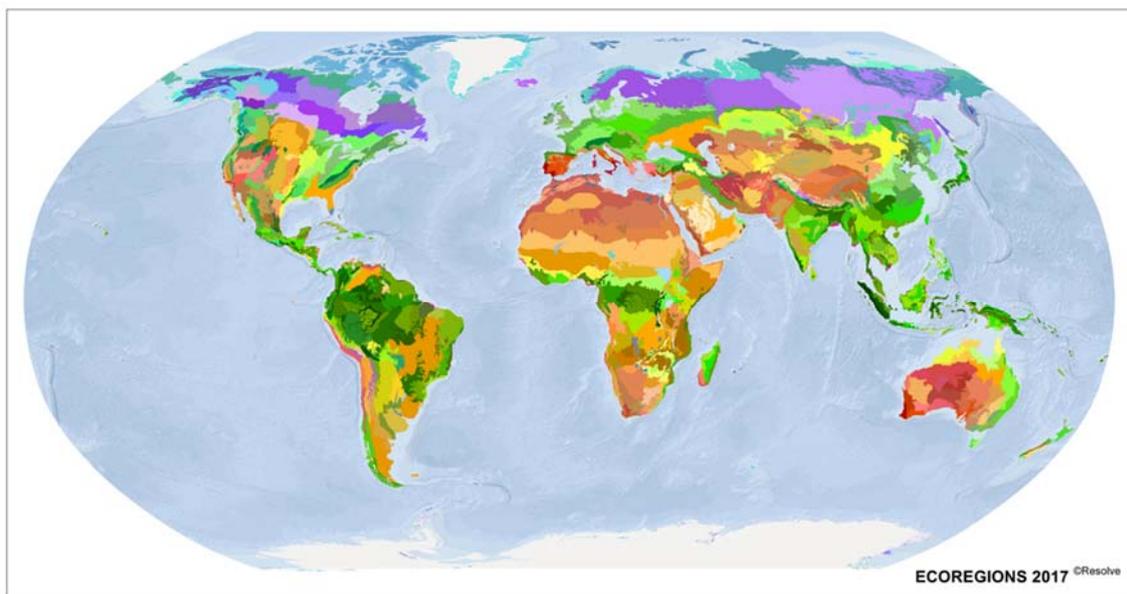


Figura 4 – As 846 ecorregiões globais que compõem o mapa mundial revisado de ecorregiões, denominado de Ecoregions 2017. Este mapa pode ser encontrado de forma interativa no seguinte sítio da internet: ecoregions2017.appspot.com. Fonte: Dinerstein et al. (2017).

Em 2003, com o intuito de fazer um estudo de representatividade ecológica, que tem, como objetivo, verificar como estão representadas e/ou protegidas as espécies biológicas, a vegetação, os habitats, os ecossistemas e as áreas protegidas, Arruda (2003) propôs uma definição de ecorregiões do bioma Cerrado, pois os estudos anteriores (DINERSTEIN et al. 1995; OLSON et al., 2001) consideraram o Cerrado como uma única ecorregião devido à sua escala de trabalho. A classificação de Arruda (2003)

utilizou os seguintes fatores: geomorfologia, geologia, solo, precipitação, flora, vegetação e fauna. A base teórica da metodologia usada foi:

- Ecorregiões terrestres da América Latina, do WWF, cujos estudos foram coordenados por Dinerstein et al. (1995);
- Biogeografia de ecorregiões de Bailey (1976, 1996; 1998);
- A Geografia de Esperança da TNC (2000); e
- Ecologia de Paisagem de Simberlof (1996).

Como resultado, foram propostas 22 ecorregiões no bioma Cerrado (Tabela 1). A classificação de Arruda (2003) é a mais atual publicada oficialmente, assim como seu estudo de representatividade ecológica, ou seja, há mais de 14 anos que não há uma atualização da situação das ecorregiões do Cerrado.

Tabela 1 – Cálculo de área ocupada por diferentes ecorregiões do Cerrado.

Nº	Ecorregião	Área (km ²)	Percentual do bioma
1	Alto Parnaíba	18.410.008	9,2
2	Araguaia Tocantins	24.457.904	12,2
3	Bananal	7.891.731	3,9
4	Bico de Papagaio	4.714.234	2,4
5	Chapadão do São Francisco	12.148.054	6,1
6	Chiquitânia	6.275.495	3,1
7	Complexo Bodoquena	3.952.817	2,0
8	Depressão Cuiabana	5.452.222	2,7
9	Depressão do Paranaguá	5.889.993	2,9
10	Grão Mogol	389.662	0,2
11	Jequitinhonha	3.519.553	1,8
12	Paracatu	9.876.100	4,9
13	Paraná Guimarães	37.790.204	18,9
14	Paranaíba	1.393.215	0,7
15	Parapanema Grande	14.301.776	7,1
16	Parecis	15.229.597	7,6
17	Planalto Central Goiano	15.716.076	7,8
18	Província Serrana	1.201.917	0,6
19	São Francisco Velhas	8.337.363	4,2
20	Serra da Canastra	1.210.145	0,6
21	Serra do Cipó	89.700	0,0
22	Vão do Paranã	2.068.462	1,0
	Total	200.316.228	100,0

Fonte: Arruda et al. (2008).

Os limites utilizados por Arruda (2003) não correspondem ao limite atual do bioma Cerrado (Figura 5). O mapa das ecorregiões proposto por Arruda et al. (2008) foi criado a partir de um dado não publicado do limite do Cerrado que foi proposto por IBAMA e WWF. Este limite foi alterado e atualizado quando o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) lançou o mapa de biomas brasileiros (IBGE, 2004). Assim, o mapa de ecorregiões de Cerrado proposto por Arruda e colaboradores necessitava de uma revisão devido à incompatibilidade com o limite do bioma Cerrado atual.

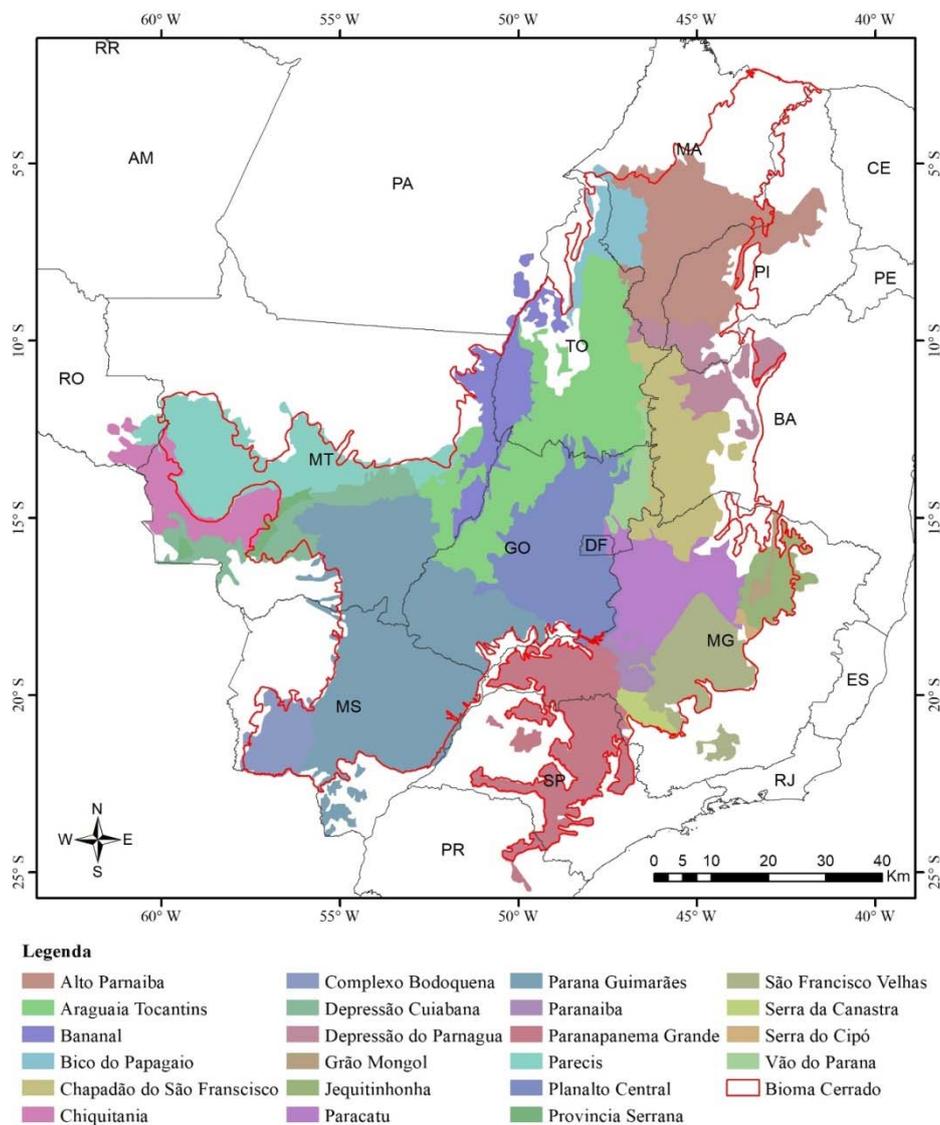


Figura 5 – Distribuição das 22 ecorregiões do Cerrado. O polígono delimitado pela cor vermelha corresponde ao novo limite do bioma Cerrado, proposto por IBGE (2004). Fonte: adaptado de Arruda et al. (2008).

O mapa de ecorregiões produzido por Arruda (2003) cobre uma área de 200,3 milhões de hectares na parte central do Brasil e foi criado a partir de um limite do Cerrado não publicado oficialmente, o qual foi proposto pelo IBAMA, em parceria com o WWF. Este limite não coincide com o limite definido pelo “Mapa de Biomas do Brasil” (IBGE, 2004), que contabilizou, para o Cerrado, uma área total de 203,9 milhões de hectares. Comparando esses dois limites, mais área de Cerrado foi incluída pelo IBAMA/WWF nos estados de Rondônia e Mato Grosso e menos área foi encontrada nos estados da Bahia e Maranhão.

Dentro desse contexto, o mapa de ecorregiões do Arruda (2003) foi ajustado para o novo limite do Cerrado que foi proposto pelo IBGE. Esse ajuste foi feito pela Embrapa Cerrados, sob a coordenação do pesquisador Dr. Éder de Souza Martins. Foi utilizado o modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 metros, obtido pela missão conhecida como *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da Agência Espacial dos Estados Unidos (NASA) (FARR et al., 2007). Algumas unidades definidas por Arruda et al. (2008) foram excluídas por causa de suas áreas relativamente pequenas ou porque não estavam no novo limite do Cerrado. Por outro lado, outras foram criadas devido à inclusão de novas áreas não consideradas como Cerrado pelo IBAMA/WWF.

A Figura 6 mostra o mapa de ecorregiões proposto por Arruda (2003) e o mapa atualizado pela equipe da Embrapa Cerrados. As 22 ecorregiões propostas por Moacir Arruda foram reduzidas para 20 ecorregiões. A ecorregião Chiquitânia foi excluída, pois sua área de abrangência não foi considerada como Cerrado no mapa dos biomas brasileiros do IBGE. Em contrapartida, três novas ecorregiões foram criadas: Costeiro e Floresta de Cocais, no norte do estado do Maranhão e a Depressão Cárstica do São Francisco, no oeste da Bahia e que correspondem a áreas que não foram incluídas como Cerrado segundo a proposta do IBAMA e WWF.

As seguintes ecorregiões foram englobadas a outras, por causa da expressão em área relativamente reduzida: Grão-Mongol e Serra do Cipó à Jequitinhonha; Província Serrana à Depressão Cuibana; e Paranaíba ao Planalto Central. Muitos limites foram refinados com base nos modelos digitais de elevação do SRTM. Além disso, a ecorregião Paranapanema Grande mudou de nome para Basaltos do Paraná, a Depressão do Parnaguá para Parnaguá, a ecorregião Parecis para Chapada dos Parecis e a ecorregião São Francisco Velhas para Alto São Francisco.

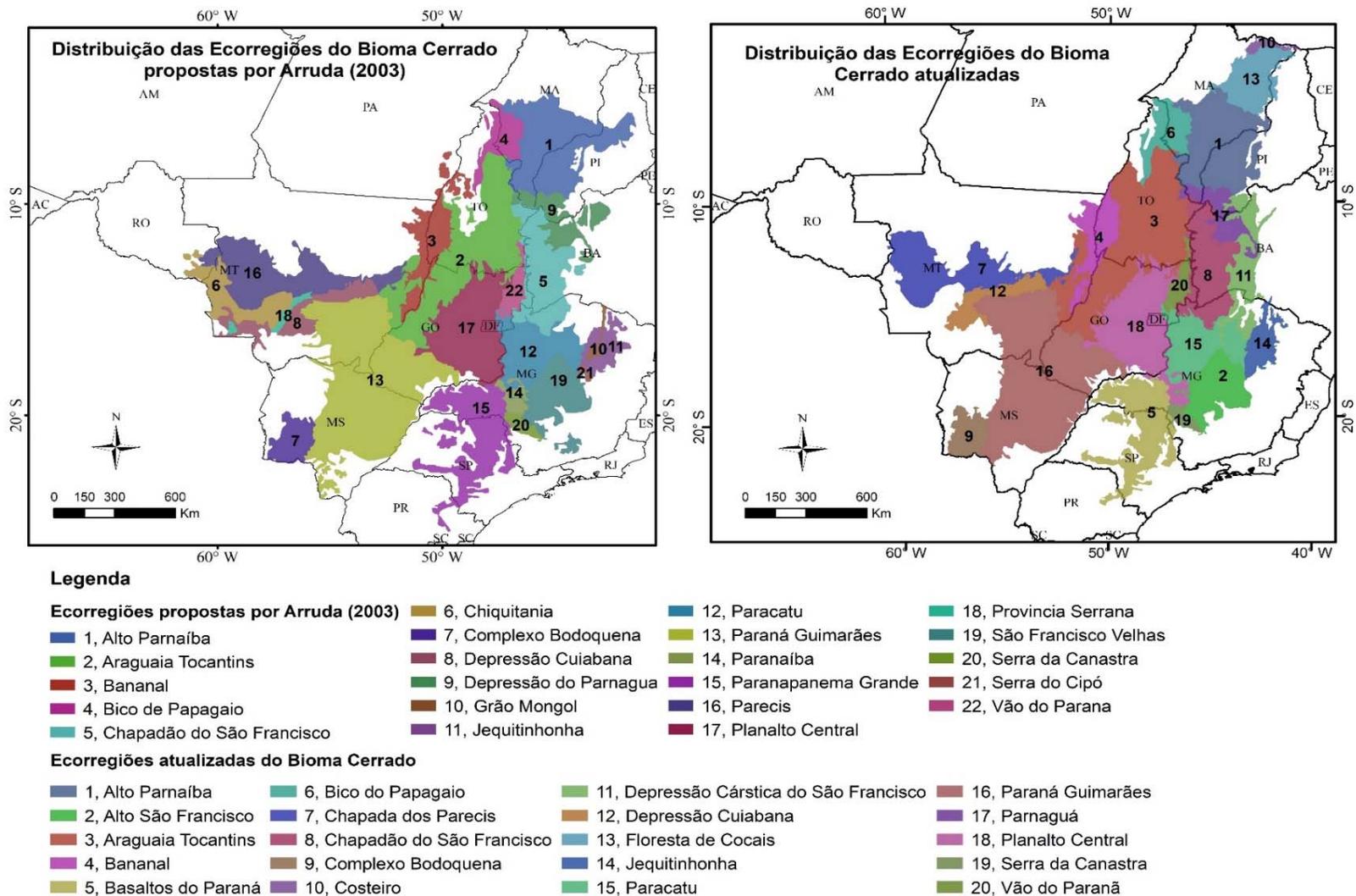


Figura 6 – Mapa de ecorregiões do Cerrado, elaboradas por Arruda (2003) e atualizadas para o novo limite do bioma proposto por IBGE (2004).

Algumas das características das ecorregiões atualizadas são sumarizadas na Tabela 2 e descritas a seguir. Como a atualização foi realizada utilizando somente os limites geomorfológicos, muitas descrições coincidem com as reportadas por Arruda (2003). No entanto, salienta-se que o mapa de solos considerado nesse estudo (EMBRAPA, 2012) é mais atual que o utilizado pelo Moacir Arruda.

Tabela 2 – Quadro resumo das ecorregiões atualizadas com suas respectivas áreas, percentual do bioma e estados as quais recobrem.

Nº	Ecorregião	Estados	Área (ha)	Percentual no bioma (%)
1	Alto Parnaíba	MA, PI, TO	16.798.411	8,2
2	Alto São Francisco	MG	7.958.487	3,9
3	Araguaia Tocantins	BA, GO, MA, MT, PA, TO	28.557.704	14,0
4	Bananal	GO, MT, PA, TO	6.713.929	3,3
5	Basaltos do Paraná	MG, PR, SP	13.636.937	6,7
6	Bico do Papagaio	MA, TO	5.385.503	2,6
7	Chapada dos Parecis	MT, RO	13.704.664	6,7
8	Chapadão do São Francisco	BA, GO, MA, MG, PI, TO	11.862.892	5,8
9	Complexo Bodoquena	MS	4.037.149	2,0
10	Costeiro	MA, PI	885.786	0,4
11	Depressão Cárstica do São Francisco	BA, MG, PI	7.840.581	3,8
12	Depressão Cuiabana	MT	4.517.836	2,2
13	Floresta de Cocais	MA, PI	7.480.748	3,7
14	Jequitinhonha	BA, MG	3.918.167	1,9
15	Paracatu	DF, GO, MG	9.362.563	4,6
16	Paraná Guimarães	GO, MT, MS, MG	36.452.115	17,9
17	Parnaguá	BA, MA, PI, TO	4.600.268	2,3
18	Planalto Central	DF, GO, MG, TO	16.955.041	8,3
19	Serra da Canastra	MG	1.209.278	0,6
20	Vão do Paranã	BA, GO, TO	2.061.510	1,0
Total			203.939.569	100,0

- Alto Parnaíba

Essa ecorregião possui uma área de 16.798.411 ha, equivalente a 8,2% do bioma Cerrado e está inserida nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. Comparado

aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento dos limites da área. Essa área compreende superfícies tabulares estruturais submetidas a processos de pedimentação, amplos vales interplanálticos e chapadas areníticas com presença de cuestras. As altitudes variam entre 600 metros até 200 metros nos fundos de vale mais dissecados (ARRUDA, 2003).

A rede de drenagem compreende a bacia hidrográfica do rio Parnaíba, tendo como principais afluentes os rios Itapecuru, Gurguéia, Paranaíba e das Balsas, com uma série de tributários perenes ou temporários (ARRUDA, 2003). Nessa unidade, ocorrem os seguintes solos: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Luvisolos Crômicos Órticos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Nitossolos Vermelhos Distróficos, Plintossolos Háplicos Distróficos, Plintossolos Pétricos Concrecionários e Vertissolos Háplicos Órticos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies de flora que aparecem nessa região são: *Habenaria obtusa*; *Miconia albicans*, *M. ferruginata*, *Mimosa caesalpinifolia*, *M. exalbescens*, *M. pellita*, *M. piptoptera*, *M. poculata*, *M. polycephala*, *M. sericantha*, *M. somnians*, *M. ursina*, *M. verrucosa*, *Oryctanthus florulentus*, *Psittacanthus collum-cygni*; *Solanum crinitum*; *Tabebuia aurea*, *T. ochracea* e *Vernonia brasiliiana* (ARRUDA, 2003).

- Alto São Francisco

Essa ecorregião possui uma área de 7.958.486 ha, equivalente a 3,9% do bioma Cerrado e está inserida somente no estado de Minas Gerais. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento da área. Essa unidade é constituída por chapadas tabulares com rebordos erosivos bem marcados. Distinguem-se dois tipos de níveis de relevos tabulares: um variando entre 800 e 1.000 metros de altitude, outro variando de 600 a 800 metros. As grandes áreas com estruturas rebaixadas apresentam-se com altitudes predominantes em torno de 500 metros (ARRUDA, 2003).

O embasamento litológico dessa unidade é composto por siltitos, filitos e ardósias da Formação Bambuí, com presença de material detrítico quaternário em posições interfluviais. A rede de drenagem é composta por afluentes do rio São Francisco, destacando-se os rios das Velhas e Paraopeba (ARRUDA, 2003). Os solos predominantes encontrados são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-

Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distroféricos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos, Latossolos Vermelhos Distróficos e Neossolos Litólicos Distróficos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Acanthostachys strobilacea*, *Aechmea bromeliifolia*, *Billbergia vittata*, *Dyckia macedoi*, *D. oligantha*, *D. saxatilis*, *D. sordida*, *D. ursina*, *Encholirium heloisae*, *E. subsecunda*, *Tillandsia recurvata*, *T. stricta*, *T. tenuifolia*, *Vriesea atropurpurea*, *V. stricta*; *Habenaria caldensis*, *H. guillemirii*, *H. longipedicellata*, *H. magniscutata*, *H. petalodes*; *Jacaranda caroba*, *J. paucifoliata*, *J. racemosa*; Loranthaceae: *Psittacanthus robustus*, *Struthanthus flexicaulis*; e *Tabebuia ochracea*, *T. vellosoi* (ARRUDA, 2003).

Foi registrada a presença de 28 espécies endêmicas e as seguintes espécies regionais: *J. racemosa* e *T. vellozoi*, sendo que a primeira espécie é restrita a essa ecorregião. Foram encontradas ainda 45 espécies endêmicas: *Acanthostachys strobilacea*, *Aechmea distichantha*, *Aechmea lamarchei*, *Aechmea nudicaulis*, *Cryptanthus schwackeanus*, *Cyrtopodium palmifrons*, *Dyckia lagoensis*, *Encholirium subsecundum*, *Habenaria spp.*, *Habenaria montis-wilhelminaec*, *Habenaria lasioglossa*, *Jacaranda mimosifolia*, *Miconia Doriana*, *Miconia eichlerii*, *Miconia rimalis*, *Pitcairnia curvidens*, *Pitcairnia decídua*, *Psittacanthus dichroos*, *Solanum bullatum*, *Solanum swartzianum*, *Struthanthus staphylinus*, *abebuia vellosoi*, *Tillandsia tricholepis*, *Vernonia hovaefolia*, *Vernonia mariana*, *Vernonia pedunculat*, *Vernonia platensis*, *Vernonia pungens*, *Vernonia riedelii*, *Vriesea atropurpurea*, *Vriesea crassa*, *Vriesea guttata*, *Vriesea pardalina*, *Vriesea rodigasiana*, *Vriesea sceptrum*, *Vriesea vagans* e *Wittrockia gigantea* (ARRUDA, 2003).

- Araguaia Tocantins

Essa ecorregião possui uma área de 28.557.703 ha, equivalente a 14% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento dos limites da área e parte da ecorregião Bananal foi adicionada a essa ecorregião. Os padrões de relevo dominantes nessa área são as formas de topo convexo do tipo medianamente extensas e formas de topos tabulares amplas a medianamente extensas,

com ocorrência de relevos residuais em forma de pequenas serras. O relevo é composto por formações rochosas de composição e idade variadas. As altitudes variam entre 150 e 500 m (ARRUDA, 2003).

Os principais rios que cortam essa unidade são o Araguaia e o Tocantins, com uma grande quantidade de afluentes (ARRUDA, 2003). Os solos presentes nessa unidade são Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Gleissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroférricos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies de flora que aparecem nessa região são: *Cyrtopodium blanchetii*, *C. eugenii*; *Habenaria anisitsii*, *H. cryptophila*, *H. obtusa*, *H. pratensis*; *Jacaranda brasiliana*, *J. mutabilis*, *J. rufa*; *Mimosa brachycarpa*, *M. clausenii*, *M. distans*, *M. foliolosa*, *M. gracilis*, *M. hirsutissima*, *M. laticifera*, *M. nuda*, *M. polycephala*, *M. pseudoradula*, *M. skinnerii*, *M. somnians*, *M. xanthocentra*, *M. xavantina*; *Phoradendron crassifolium*, *P. bathyoryctum*, *Psittacanthus biternatus*, *P. robustus*; *Tabebuia aurea*, *T. impetiginosa*, *T. ochracea*, e *T. roseo-alba* (ARRUDA, 2003).

Foram registradas nove espécies endêmicas e nove espécies restritas e não endêmicas. As espécies endêmicas são: *Mimosa cyclophylla*, *Mimosa densa*, *Mimosa hypnodes*, *Mimosa longepedunculata*, *Mimosa manidea*, *Mimosa rheiptera*, *M. somnambulans*, *Mimosa vestita* e *Vernonia echinocephala*. As espécies restritas não endêmicas são: *Dyckia racemosa*, *Habenaria sp.*, *Miconia pileata*, *Phoradendron jenmani*, *P. multifoventatum*, *Phthirusa theloneura*, *Struthanthus uruguayensis*, *S. vulgaris* e *Vernonia eriolepis* (ARRUDA, 2003).

- Bananal

Essa ecorregião possui uma área de 6.713.929 ha, equivalente a 3,3% do bioma Cerrado e está inserida nos estados de Goiás, Mato Grosso, Pará e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento dos limites com pequena diminuição da área. Essa é uma unidade composta por áreas de acumulação

inundáveis, associada a antigos sistemas de leques aluviais, onde o processo de inundação tem origem pluvial e a inundação fluvial acontece por uma indefinição da drenagem formada sobre interflúvios muito baixos (ARRUDA, 2003).

Trata-se de uma área onde predomina uma superfície muito plana e os processos de sedimentação são recentes. As altitudes variam entre 200 e 220 m e as principais planícies fluviais estão associadas aos rios Araguaia, Cristalino e das Mortes. Nessa região são encontrados os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Gleissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

Os principais tipos de vegetação da ecorregião são a mata-de-galeria e a transição savana/floresta. As principais espécies que aparecem nessa região são: *Aechmea bromeliifolia*; *Habenaria candolleana*, *H. juruenensis*, *H. macilenta*, *H. orchioalcar*, *H. pratensis*; *Jacaranda brasiliana*, *J. rufa*; *Miconia albicans*, *M. chamissois*, *M. chrysophylla*, *M. elegans*, *M. macrothyrsa*, *M. prasina*, *M. stenostachya*, *Mimosa adenocarpa*, *M. brachycarpa*, *M. debilis*, *M. gracilis*, *M. interrupta*, *M. pellita*, *M. skinneri*, *M. somnians*, *M. xanthocentra*; Viscaceae: *Phoradendron affine*, *P. piauhyanum*, *P. quadrangulare*; *Psittacanthus cordatus*, *Tripodanthus acutifolius*; *Tabebuia aurea* e *T. ochracea* (ARRUDA, 2003).

Não foram registradas espécies restritas e nem endêmicas nessa ecorregião, porém, é uma área relativamente desconhecida botanicamente (ARRUDA, 2003).

- Basaltos do Paraná

Essa ecorregião possui uma área de 13.636.937 ha, equivalente a 6,7% do bioma Cerrado e está inserida nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento da área e a mudança de nome de Paranapanema Grande para Basaltos do Paraná. Essa unidade compreende uma unidade morfológica que comporta duas morfologias básicas, uma é a disposição em degraus ou patamares sucessivos e depressões interplanálticas e outra que compreende amplas superfícies aplanadas com desenvolvimento de solos espessos, com alta fertilidade natural. As altitudes variam entre 400 a 1.000 metros (ARRUDA, 2003).

A rede de drenagem compreende afluentes do rio Paraná e os rios Paranapanema, Tietê e Grande. Essa área apresenta uma baixa densidade de drenagem, com o padrão variando entre dendrítico a subdendrítico (ARRUDA, 2003). Os solos encontrados nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Cambissolos Húmicos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroférricos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelhos Eutroférricos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Nitossolos Vermelhos Eutróficos e Organossolos Háplicos Hêmicos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Ananas ananassoides*; *Cyrtopodium hatschbachii*, *C. paludicolum*; *Habenaria glazioviana*, *H. guillemini*, *H. hexaptera*, *H. nuda* var. *pygmaea*, *H. obtusa*, *H. secundiflora*; *Jacaranda cuspidifolia*, *J. decurrens*, *J. rufa*; *Miconia albicans*; Loranthaceae: *Psittacanthus robustus*; *Tabebuia aurea*, *Tabebuia ochracea*, *Tabebuia roseo-alba*; *Vernonia ferruginea*; e *Phoradendron crassifolium* (ARRUDA, 2003).

Foi registrada a presença de uma única espécie endêmica, a *Orchidaceae Habenaria cultellifolia*, e uma espécie restrita a essa ecorregião, a *Jacaranda micranta* (ARRUDA, 2003).

- Bico do Papagaio

Essa ecorregião possui uma área de 5.385.503 ha, equivalente a 2,6% do bioma Cerrado e está inserida nos estados do Maranhão e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento dos limites da área. Essa região compreende um relevo monoclinal que abrange uma área de transição entre os relevos deprimidos da bacia do rio Tocantins e os interflúvios da bacia do Parnaíba. Predominam formas de topo convexo e formas de topos tabulares, com ocorrência de relevos residuais em forma de pequenas serras (ARRUDA, 2003).

As altitudes variam entre 150 e 500 m, formando uma superfície inclinada para norte, drenada por afluentes do rio Tocantins. Nessa região, afloram rochas do Complexo Goiano, Grupo Tocantins, Formações Samambaia e Pedra de Fogo (ARRUDA, 2003). Há existência dos solos dos tipos: Argissolos Vermelho-Amarelos

Distróficos, Chernossolos Argilúvicos Órticos, Gleissolos Háplicos Ta Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Luvisolos Crômicos Órticos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Nitossolos Vermelhos Distróficos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Encholirium spectabilis*, *Pitcairnia hatschbachii*, *P. flammea*, *P. torresiana*; *Habenaria orchioalcar*, *H. schwackei*, *H. trifida*, *H. lasioglossa*, *H. balansaei*, *H. petalodes*; *Jacaranda brasiliana*, *J. simplicifolia*; *Miconia albicans*, *M. fallax*, *M. ferruginata*, *M. nervosa*, *M. heliotropoides*; *Mimosa pellita* (invasora), *M. somnians*, *M. skinneri*, *M. xanthocentra*, *M. ursina*; *Solanum americanum* (invasora); *Tabebuia aurea*, *T. ochracea*, *T. roseo-alba*; e *Vernonia coriácea* (ARRUDA, 2003).

Foi registrada a presença de uma única espécie endêmica e restrita, a *Pitcairnia torresiana*, e a presença da espécie *Pitcairnia hatschbachii*, muito rara no bioma Cerrado (ARRUDA, 2003).

- Chapada dos Parecis

Essa ecorregião possui uma área de 13.704.664 ha, equivalente a 6,7% do bioma Cerrado e está inserida nos estados do Mato Grosso e Rondônia. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento da área. Essa unidade é caracterizada como uma superfície aplanada, delimitada por escarpas erosivas. A altitude do relevo atinge até 800 metros nos topos. A rede de drenagem possui um padrão predominantemente dendrítico com ocorrência localizada de padrões subparalelos (rios Juruena, Juína, Papagaio e outros) (ARRUDA, 2003).

Em sua porção oriental, trata-se de um extenso planalto sedimentar onde se registra a presença de uma cobertura detrítico-laterítica do Terciário-Quaternário, que recobre litologias permocarboníferas da Formação Aquidauana (arenitos, siltitos, folhelhos, diamictitos e conglomerados) e de litologias devonianas da Formação Ponta Grossa (siltitos, folhelhos e arenitos ferruginosos) assentadas sobre rochas Cambrianas da Formação Diamantino (arenitos, grauvacas, arcóseos, siltitos e folhelhos), além da Formação Salto das Nuvens (arenitos) e da Formação Utiariti (arenitos e conglomerados) (ARRUDA, 2003).

Os solos existentes nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Chernossolos Argilúvicos Órticos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012)

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Jacaranda copaia*; *Habenaria dusenii*; *Miconia albicans*, *M. ampla*, *M. chamissois*, *M. cuspidata*, *M. fallax*, *M. heliotropoides*, *M. oseudonervosa*, *M. tomentosa*; Loranthaceae: *Phthirusa pyrifolia*, *Psittacanthus biternatus*; *Miconia rubiginosa*, *M. splendens*; *Solanum lycocarpum*; *Tabebuia impetiginosa*, *T. insignis*, *T. serratifolia*; *Vernonia bardanoides*, *V. buddleiaefolia*, *V. desertorum*, *V. dura*, *V. graminifolia* e *V. onopordioides* (ARRUDA, 2003).

Foi registrada a presença de uma única espécie endêmica, a *Miconia nambyquarae*, sendo que várias outras espécies desse taxon são restritas a essa ecorregião: *Miconia aplostachya*, *M. lepidota* e *M. punctata*. *M. ampla* é possivelmente restrita a essa ecorregião (ARRUDA, 2003).

- Chapadão do São Francisco

Essa ecorregião possui uma área de 11.862.892 ha, equivalente a 5,8% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Piauí e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento dos limites da área. Essa área compreende um planalto com extensas áreas com topos tabulares, chapadões e declividades abaixo de 5%. As altitudes variam entre 500 e 1.000 metros.

As principais bacias hidrográficas são as dos rios São Francisco, Tocantins e Sapão. A rede de drenagem dessa unidade tem padrão paralelo (ARRUDA, 2003). O embasamento litológico é composto por rochas do Grupo Bambuí, sobrepostas por sedimentos da formação Urucuia. Os solos existentes nessa área são: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Gleissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos,

Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Habenaria longicauda*, *H. obtusa*, *Habenaria repens*; *Jacaranda brasiliana*, *J. praetermissa*, *J. simplicifolia*; *Psittacanthus collum-cygni*, *Struthanthus flexicaulis*; *Miconia albicans*, *chamissois*; *Mimosa burchelli*, *M. coruscocaesia*, *M. dichroa*, *M. hirsutissima*, *M. hypoglauca*, *M. ptioptera*, *M. polycephala*, *M. pteridifolia*, *M. sericantha*, *M. somnians*, *M. tenuiflora*, *M. xanthocentra*; *Solanum americanum* (invasora); *Tabebuia aurea*; *Vernonia aurea*, *Vernonia ligulaefolia*, *Vernonia monocephala*; e Viscaceae: *Phoradendron crassifolium* (ARRUDA, 2003).

Foram registradas três espécies endêmicas e cinco espécies regionais restritas ao Chapadão do São Francisco. As espécies regionais restritas foram: *Psittacanthus corynocephalus*, *Phoradendron triplinervium*, *Mimosa apodocarpa*, *Mimosa guaranitica* e *Vernonia chalybaea* (ARRUDA, 2003).

- Complexo Bodoquena

Essa ecorregião possui uma área de 4.037.149 ha, equivalente a 2% do bioma Cerrado e está inserida somente no estado de Mato Grosso do Sul. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), houve apenas um refinamento da área. Essa área compreende um relevo serrano com topos convexos e forte índice de dissecação do relevo, circundada por relevos rebaixados da Depressão do Paraguai. Nas áreas sobre os sedimentos da Formação Pantanal, ocorrem relevos com formas tabulares amplas. As altitudes variam entre 120 e 300 m. A rede de drenagem pertence à bacia do rio Paraguai (ARRUDA, 2003).

Nessa área, a litologia compreende rochas do Grupo Corumbá e do Complexo rio Apa (gnaisses, micaxistos e quartzitos). A Formação Bocaina apresenta rochas calcárias, bem como dolomitos e mármore, configurando relevos cársticos (ARRUDA, 2003). A distribuição dos solos acompanha o relevo e o embasamento rochoso. Há presença de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Chernossolos Rêndzicos Órticos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelhos Eutroféricos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Regolíticos Distróficos, Nitossolos Vermelhos Eutróficos, Planossolos Háplicos Eutróficos, Planossolos Nátricos Órticos, Vertissolos Ebânicos Carbonáticos e Vertissolos Ebânicos Órticos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Aechmea bromeliifolia*, *Ananas ananasoides*, *Bromelia antiacantha*, *B. interior*, *Deuterocohnia meziana*, *Dyckia leptostachya*, *Fosterella hatschbachii*, *F. penduliflora*, *Pseudananas sagenarius*, *Tillandsia geminiflora*; *Jacaranda cuspidifolia*, *J. puberula*; *Phoradendron piperoides*; *Mimosa hirsutissima*, *M. lanuginosa*, *M. sensitiva*; *Solanum asperolanatum*, *granuloso-leprosum*, *S. lycocarpum*, *S. palinacanthum*, *S. paniculatum*; *Tabebuia aurea*, *T. heptaphylla*, *T. impetiginosa*, *T. roseo-alba*; *Vernonia brasiliiana* e *V. ferrugínea* (ARRUDA, 2003).

Não foram registradas espécies restritas e nem endêmicas nessa ecorregião (ARRUDA, 2003).

- Costeiro

Essa ecorregião possui uma área de 885.786 ha, equivalente a 0,4% do bioma Cerrado e está inserida nos estados do Maranhão e Piauí. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), essa ecorregião é nova e foi criada por causa da adição de nova área no limite do bioma Cerrado proposto por IBGE.

Essa unidade compreende a Depressão do Meio-Norte, Planícies marinhas fluviomarinhas e fluviolacustres, os Lençóis Maranhenses e parte da Depressão Sertaneja e de Parenaguá. A sua maior parte encontra-se no domínio morfológico de depósitos sedimentares inconsolidados Terciários e/ou Quaternários (IBGE, 2002). As altitudes variam entre 0 e 102 m (FARR et al., 2007).

Inserida nas sub-bacias Parnaíba, Litoraneas do Ceará e Pindare, Itapecuru, Mearim e outros, a ecorregião Costeiro engloba as áreas de drenagem do rio compreendida entre a foz do Pindare, foz do Parnaíba e foz do Jaguaribe (ANA, 2017).

Os solos que ocorrem nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Dunas, Gleissolos Sálícos Sódicos, Latossolos Amarelos Distróficos e Neossolos Quartzarênicos Órticos (EMBRAPA, 2012).

- Depressão Cárstica do São Francisco

Essa ecorregião possui uma área de 7.840.581 ha, equivalente a 3,8% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia, Minas Gerais e Piauí. Comparado

aos dados de Arruda et al. (2008), essa ecorregião é nova e foi criada com a adição de nova área ao limite do bioma Cerrado.

Essa unidade compreende parte da Depressão do Meio-Norte e da Chapada do Meio Norte, Planícies marinhas, fluviomarinhas e fluviolacustres e parte dos Lençóis Maranhenses. A sua maior parte encontra-se no domínio morfológico de faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares associadas e em bacias e coberturas sedimentares (IBGE, 2002). As altitudes variam entre 250 m e 1.800 m (FARR et al., 2007). Ela engloba as áreas de drenagem compreendidas entre as confluências dos rios Grande, Salitre, Corrente, Verde Grande, Paracatu e das Velhas, além da confluência e foz do rio Urucuia (ANA, 2017).

Os solos que ocorrem nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Gleissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Planossolos Háplicos Eutróficos e Planossolos Nátricos Órticos (EMBRAPA, 2012).

- Depressão Cuiabana

Essa ecorregião possui uma área de 4.517.836 ha, equivalente a 2,2% do bioma Cerrado e está inserida somente no estado de Mato Grosso. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve um refinamento dos limites da área e junção com a ecorregião Província Serrana. Essa unidade possui topografia rebaixada, com altitudes entre 100 m a 760 m. As formas de topos tabulares geralmente extensos são predominantes nessa unidade, tendo-se, secundariamente, formas aguçadas e convexas. A drenagem na Depressão Cuiabana reflete forte influência dos lineamentos estruturais das rochas do Grupo Cuiabá. Nessa unidade, também aparecem serras em faixas com dobramentos e falhamentos (ARRUDA, 2003).

Nessa área ocorre, de modo generalizado, um pavimento detrítico constituído por blocos angulosos de quartzo e quartzito. Há presença de solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos

Distroféricos, Latossolos Vermelhos Distróficos Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos b e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

Parte do embasamento litológico é composto por rochas do Alto Paraguai, Formações Puga, Araras, Raizama, Sepotuba e Diamantino, integrantes do Cinturão Orogênico Paraguai-Araguaia (ARRUDA, 2003). As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Bromelia balansae*; *Cyrtopodium fowliei*, *C. poecilum*, *C. saintlegerianum*, *C. triste*; *Dyckia saxatilis*; *Habenaria amambayensis*, *Habenaria heptadactyla*, *Habenaria obtusa*, *Habenaria pratensis*; *Jacaranda cuspidifolia*, *J. rufa*; *Mimosa debilis*, *M. somnians*; *Solanum sisymbriifolium*; *Tabebuia aurea* e *T. insignis* (ARRUDA, 2003). A espécie *Bromelia sylvicola* é restrita a essa ecorregião. Não foram registradas espécies endêmicas nessa ecorregião (ARRUDA, 2003).

- Floresta de Cocais

Essa ecorregião possui uma área de 7.480.748 ha, equivalente a 3,7% do bioma Cerrado e está inserida nos estados do Maranhão e Piauí. Comparado aos dados de Arruda et al. (2008), essa ecorregião é nova e foi criada com a adição de nova área ao limite do bioma Cerrado.

Essa unidade compreende parte da Depressão do Meio-Norte e da Chapada do Meio Norte, Planícies marinhas fluviomarinhas e fluviolacustres e parte dos Lençóis Maranhenses. A sua maior parte se encontra no domínio morfológico de depósitos sedimentares inconsolidados Terciários e/ou Quaternários (IBGE, 2002). As altitudes variam entre 0 e 470 m (FARR et al., 2007). Ela é inserida nas sub-bacias Parnaíba, Pindare, Itapecuru, Mearim e outros, englobando as áreas de drenagem do rio compreendida entre a foz do Pindare e a foz do rio Parnaíba (ANA, 2017).

Os solos que ocorrem nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Chernossolos Argilúvicos Órticos, Gleissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

- Jequitinhonha

Essa ecorregião possui uma área de 3.918.167 ha, equivalente a 1,9% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia e Minas Gerais. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve um refinamento dos limites da área e junção com as ecorregiões Grão Mongol e Serra do Cipó. A ecorregião Jequitinhonha está contida, em sua maior parte, no médio vale do rio Jequitinhonha, mas também é composto por parte da Serra do Espinhaço e Serra do Cipó. Seu relevo é composto por chapadas, com áreas de aplainamento limitadas por rebordos erosivos e áreas deprimidas que acompanham o vale do rio Jequitinhonha. Em parte, é composto também por uma sucessão de escarpas escalonadas. As altitudes variam de 900 m a 1.450 metros (ARRUDA, 2003).

A rede de drenagem é composta por afluentes do rio São Francisco, destacando-se, como de maior importância, o trecho superior do rio Cipó. A parte da serra constitui-se em um divisor de águas entre as bacias dos rios São Francisco e Jequitinhonha e ainda divide as bacias dos rios Jequitinhonha e Doce e abrange a região da bacia do Rio Pardo. Existem importantes aquíferos nessa unidade geomorfológica, os quais se originam de fraturas, resultando em um grande número de nascentes como a do rio Jequitinhonha (ARRUDA, 2003).

O embasamento litológico é composto por ortoquartzitos, micaxistos, conglomerados do Supergrupo Espinhaço, micaxistos, filitos, diamictitos e metaconglomerados do Grupo Macaúbas e gnaisses do Embasamento Cristalino e ainda Cobertura Detrítica (ARRUDA, 2003). Os solos encontrados nessa área são do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos e Neossolos Litólicos Distróficos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Cyrtopodium aliciae*, *C. eugenii*; *Dyckia oligantha*; *Habenaria caldensis*, *H. setacea*; *Jacaranda caroba*, *J. paucifoliolata*; *Miconia albicans*, *M. ferruginata*; *Mimosa antrorsa*, *Mimosa aurivillus*, *Mimosa filipes*, *Mimosa gemmulata*, *Mimosa hirsutissima*, *Mimosa minarum*, *Mimosa pithecollobium*, *Mimosa somnians*; *Psittacanthus robustus*, *Struthanthus flexicaulis*, *Struthanthus sp*; *Tabebuia ochracea*; *Phoradendron crassifolium*, *Aechmea bromeliifolia*, *Dyckia oligantha*, *Encholirium irwinii*, *Orthophytum humile*, *Pitcairnia*

bradei, *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia streptocarpa*, *Tillandsia usneoides*; *Habenaria trifida*; *Phthirusa ovata*, *Mimosa adamantina*, *M. adenocar*, *M. adenotricha*, *M. aurivillus*, *M. caliciade*, *M. calocephala*, *M. diplotrich*, *M. dolens*, *M. filipes*, *M. foliolosa*, *M. hirsutissima*, *M. leprosa*, *M. myriophyl*, *M. pithecolo*, *M. macedoana*, *M. maguirei*, *M. parviceps*, *M. setosa*, *M. stylosa* e *M. uniceps* (ARRUDA, 2003).

Foram encontradas oito espécies restritas a essa ecorregião: *Mimosa myriophylla*, *M. setistipula*, *Cyrtopodium aliciae*, *Mimosa minarum*, *Miconia ramboi*, *Bilbergia iridifolia*, *Orthophytum compactum* e *Pitcairnia bradei* (ARRUDA, 2003). As espécies endêmicas ocorrentes na área são: *Encholirium reflexum*, *Mimosa adamantina*, *M. adenotricha*, *M. caliciade*, *M. calocephala*, *M. macedoana*, *M. maguirei*, *M. parviceps*, *M. stylosa*, *M. uniceps*, *Vriesea claussei*, *D. spinulosa*, *M. acroconica*, *M. parviceps*, *M. adenotrich*, *Cryptanthus leopoldo-ho*, *C. warasii*, *Dyckia biflora*, *D. macropoda*, *D. rariflora*, *Encholirium bradeanum*, *E. heloisae*, *E. magalhaes*, *E. pedicella*, *E. reflexum*, *E. scrutor*, *E. suzannae*, *Habenaria sp.*, *Mimosa adamantina*, *M. adenotricha*, *M. caliciade*, *M. calocephala*, *M. macedoana*, *M. maguirei*, *M. barretoii*, *M. bombycina*, *Phoradendron irwinii*, *Vernonia laxa*, *Vernonia lilacina*, *Vriesea diamantina*, *Vriesea monachorum*, *Encholirium reflexum*, *Mimosa parviceps*, *Tabebuia bureavii*, *Dyckia granmogulensis*, *Encholirium irwini*, *Hohenbergia leopoldo-horstii*, *Orthophytum humile*, *Orthophytum mello-barretoii*, *Tillandsia graomogolensis*, *Tillandsia kurt-horstii* e *Orthophytum mello-barretoii* (ARRUDA, 2003).

▪ Paracatu

Essa ecorregião possui uma área de 9.362.563 ha, equivalente a 4,6% do bioma Cerrado e está inserida no Distrito Federal e nos estados de Goiás e Minas Gerais. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve apenas um refinamento da área. Essa área possui um relevo serrano do tipo apalacheano, compreendendo cristas alongadas com vales aplanados e rebaixados. As altitudes variam entre 600 m e 1.200 m. Também ocorrem superfícies tabulares, do tipo chapadas. Distinguem-se dois tipos de níveis de relevos tabulares: primeiro, com altitudes variando entre 800 m e 1.000 metros; o segundo, variando de 600 m a 800 metros (ARRUDA, 2003).

Os principais rios que cortam essas áreas são os afluentes do rio São Francisco, destacando-se os rios Paracatu, Preto e Maranhão (ARRUDA, 2003). As litologias que dão suporte a essas formas de relevo pertencem aos Grupos Bambuí,

Canastra e Araxá. Os solos predominantes são do tipo Latossolos Vermelho Amarelo e Cambissolos. Porém, há presença também dos seguintes solos: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Aechmea phanerophlebia*, *Billbergia vittata*, *Dyckia oligantha*, *Tillandsia recurvata*, *T. streptocarpa*; *Cyrtopodium cardiochilum*; *Habenaria obtusa*; *Jacaranda brasiliana*, *J. paucifoliata*; *Miconia albicans*, *M. ferruginata*; *Mimosa albolanata*, *M. clauseni*, *M. debilis*, *M. decorticans*, *M. distans*, *M. falcipinna*, *M. foliolosa*, *M. gracilis*, *M. hirsutissima*, *M. lanuginosa*, *M. laticifera*, *M. nuda*, *M. pellita*, *M. pseudoradula*, *M. pteridifolia*, *M. radula*, *M. sensitiva*, *M. setosa*, *M. somnians*, *M. xanthocentra*, *M. velloziana*; Loranthaceae: *Phoradendron bathyoryctum*, *Psittacanthus robustus*, *Struthanthus flexicaulis*; *Solanum lycocarpum*, *S. paniculatum*; *Tabebuia aurea*, *T. ochracea*; *Vernonia bardanoides* e *V. buddleiaefolia* (ARRUDA, 2003).

Foi registrada a presença de 17 espécies endêmicas nessa ecorregião: *Dyckia goiana*, *Habenaria* aff. *aphylla*, *Mimosa accedens*, *M. auriberbis*, *M. accroconica*, *M. cylindracea*, *M. decorticans*, *M. densa*, *M. echinocaula*, *M. heringerii*, *M. lanuginosa*, *M. lithoreas*, *M. nycteridis*, *M. procurrens*, *M. rava* (possivelmente), *M. rufipila* (possivelmente), *Phoradendron pinheirense*. Restritas a esta ecorregião foram: *Billbergia distachia*, *Vriesea procera*, *Cyrtopodium cipoense*, *Habenaria* sp; *Psittacanthus acinarius*; *Vernonia cordigera* e *Vernonia soderstromii* (ARRUDA, 2003).

- Paraná Guimarães

Essa ecorregião possui uma área de 36.452.115 ha, equivalente a 17,9% do bioma Cerrado e está inserida nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve apenas um refinamento da área. O relevo da unidade é predominante de degraus ou patamares sucessivos com predominância de formas mistas de aplainamento e dissecação fluvial, configurando amplas colinas com baixa densidade de drenagem. Os afluentes mais importantes na

região são: Tietê, Grande, Paranaíba, Paranapanema, Pardo, Taquari, São Lourenço e Corumbá. As altitudes variam entre 300 m a 1.000 metros (ARRUDA, 2003).

Nessa ecorregião, predominam os sedimentos mais recentes dos Grupos Bauru e São Bento, além da cobertura detrito-laterítica (ARRUDA, 2003). A variabilidade de solos é muito grande, porém, predominam os Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Roxo. Podem ser encontrados ainda os seguintes solos nessa unidade: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelhos Eutroféricos, Luvisolos Crômicos Órticos, Luvisolos Crômicos Pálicos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Nitossolos Vermelhos Eutróficos, Planossolos Háplicos Distróficos, Planossolos Háplicos Eutróficos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Pitcairnia irwiniana*; *Cyrtopodium paludicolum*; *Habenaria glazioviana*; *Jacaranda brasiliana*, *J. cuspidifolia*, *J. decurrens*, *J. mutabilis*, *J. rufa*; Loranthaceae: *Psittacanthus robustus*; *Miconia albicans*, *M. chamissois*, *M. fallax*, *M. ferruginata*, *M. stenostachya*; *Mimosa foliolosa*, *M. gemmulata*, *M. gracilis*, *M. hebecarpa*, *M. radula*, *M. setosa*, *M. somnians*, *M. xanthocentra*; *Solanum lycocarpum*, *Solanum* aff. *lycocarpum*, *S. palinacanthum*, *S. sisymbriifolium*; *Tabebuia aurea*, *T. impetiginosa*, *Tabebuia insignis*, *T. ochracea*, *T. serratifolia*; *Vernonia*: *V. echitifolia*, *V. ferrugínea* e *Horadendron crassifolium* (ARRUDA, 2003).

Ocorrem ainda oito espécies restritas a essa ecorregião: *Miconia jucunda*, *Mimosa diptera*, *Phthirusa abdita*, *Tillandsia limarum*, *Tillandsia polystachia*, *Vernonia arenaria*, *Vernonia chamaedryis* e *Vernonia rubricaulis* (ARRUDA, 2003).

- Parnaguá

Essa ecorregião possui uma área de 4.600.268 ha, equivalente a 2,3% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve apenas um refinamento da área. Essa unidade encontra-se em posição interplanáltica, desenvolvendo-se entre o Planalto Sedimentar da Bacia do São Francisco e o Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão. Compreende um conjunto de relevos tabulares de origem estrutural, compostos por uma superfície rebaixada delimitada por frentes de cuevas e rebordos erosivos. A altimetria varia entre 400 m a 500 m. A rede de drenagem é composta pelos rios Gurguéia, Balsas e Parnaíba (ARRUDA, 2003).

O embasamento litológico é composto por arenitos da Formação Samambaia que ocupam as posições interfluviais e os topos dos planaltos, com presença de basaltos da Formação Orozimbo na região de nascentes do rio Parnaíba. Nos fundos de vale que cortam a superfície da depressão, ocorrem afloramentos de arenitos e folhelhos da Formação Piauí, folhelhos e siltitos da Formação Longá e arenitos, siltitos e folhelhos da Formação Pedra de Fogo (ARRUDA, 2003).

Os solos que ocorrem nessa unidade possuem características arenosas, com predomínio de Areias Quartzosas, Litossolos e Latossolos. Os solos existentes são: Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Luvisolos Crômicos Pálicos, Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos e Planossolos Háplicos Eutróficos (EMBRAPA, 2012)

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Habenaria balansaei*; *Jacaranda brasiliana*, *J. praetermissa*, *J. simplicifolia*, *J. ulei*, *Miconia ciliata*, *M. ferruginata*, *Mimosa acutistipula*, *Mimosa dichroa*, *Mimosa invisá*, *Mimosa pteridifolia*, *Mimosa somnians*, *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa verrucosa*, *Mimosa xanthocentra*. Loranthaceae: *Phthirusa ovata*, *Phthirusa stelis*, *Struthanthus flexicaulis* *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia ochracea* e *Vernonia cuiabensis*. Não foram registradas espécies endêmicas nessa ecorregião, porém, a espécie regional restrita encontrada nessa ecorregião foi a *Mimosa acutistipula* (ARRUDA, 2003).

- Planalto Central

Essa ecorregião possui uma área de 16.955.041 ha, equivalente a 8,3% do bioma Cerrado e está inserida no Distrito Federal e nos estados de Goiás, Minas Gerais e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve um refinamento dos limites da área e junção com a ecorregião Paranaíba. Ela compreende um amplo planalto com diferentes níveis topográficos (variando de 350 m a 1.200 m), com ocorrência de superfícies aplainadas, áreas com diferentes níveis de dissecação e rebordos erosivos. Parte se caracteriza como depressão na forma de aplanamento e mistas com dissecação fluvial (ARRUDA, 2003).

As principais bacias de drenagem são as dos rios Paranaíba, Corumbá, Meia Ponte, Turvo, Maranhão e Tocantins, além de englobar o entalhamento do rio Araguari. O embasamento geológico é composto por rochas pertencentes a formações Pré-Cambrianas, como o Grupo Araxá (filitos, micaxistos, xistos e quartzitos), Grupo Bambuí (calcários, margas e argilitos), Grupo Canastra (quartzitos), Complexo Goiano (gnaisses, granitos e xistos) e cobertura detrito-laterítica (ARRUDA, 2003).

Os solos encontrados nessa unidade são: Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Chernossolos Argilúvicos Órticos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distroféricos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos e Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Nitossolos Vermelhos Eutróficos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários. A predominância é dos Latossolos Vermelho Amarelo e dos Latossolo Vermelho Escuro (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Aechmea bromeliifolia*; *Cyrtopodium fowliei*, *C. eugenii*; *Habenaria graciliscapa*, *Habenaria guillemirii*, *Habenaria juruenensis*, *Habenaria longipedicellata*, *Habenaria mistacina*, *Habenaria obtusa*, *Habenaria secundiflora* 1, *Habenaria trifida*; *Jacaranda caroba*, *J. ulei*; *Miconia albicans*; *Mimosa clauseni*, *M. foliolosa*, *M. gracilis*, *M. radula*, *M. setosa*, *M. somnians*; *Phthirusa ovata*, *Psittacanthus robustus*, *Struthanthus flexicaulis*; *Solanum* aff. *lycocarpum*, *S. lycocarpum*; *Tabebuia aurea*, *T. ochracea*; *Vernonia aurea*, *V. bardanoides*, *V. dura*, *V. eremophila*, *V. herbacea*, *V. rubriramea*; Viscaceae: *Phoradendron crassifolium*; *Habenaria brevidens*, *H. glaucophylla* var. *glaucophylla*.

H. guilleminii, *H. obtusa*, *H. hamata*, *H. jaguariahyaiae*, *H. petalodes*, *H. aff. secundiflora*; *Jacaranda caroba*, *J. decurrens*, *J. ulei*; *Miconia minutiflora*, *M. rubiginosa*; *Mimosa setosa*; *Phoradendron apiculiflorum*, *Phoradendron orbiculare*, *Psittacanthus robustus*; *Struthanthus flexicaulis*, *Struthanthus* sp. S, *Tripodanthus acutifolius*; *Solanum lycocarpum*, *S. palinacanthum*, *S. paniculatum*, *S. subumbellatum*; *Tabebuia aurea*, *T. serratifolia*; *Vernonia bardanoides*, *V. brasiliana*, *buddlaefolia*, *V. megapotamica* e *V. psilophylla* (ARRUDA, 2003). Além disso, foi registradas a presença de 50 espécies endêmicas (ARRUDA, 2003).

- Serra da Canastra

Essa ecorregião possui uma área de 1.209.278 ha, equivalente a 0,6% do bioma Cerrado e está inserida somente no estado de Minas Gerais. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve apenas um refinamento da área. Essa unidade compreende um conjunto de planaltos, cristas e áreas dissecadas mais elevadas, elaboradas sobre as estruturas rochosas do Grupo Canastra, com altitudes entre 1.000 m e 1.450 m, pertencentes à faixa de dobramentos Brasília. Abrange parte das nascentes dos rios São Francisco e Paranaíba, bem como importantes afluentes do rio Grande (ARRUDA, 2003).

O embasamento geológico é composto predominantemente por rochas quartzíticas do Grupo Canastra e metamórficas do Grupo Araxá. Os solos são compostos predominantemente por Litossolos e Cambissolos, mas há presença de Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroférricos, Latossolos Vermelhos Distróficos e Neossolos Litólicos Distróficos (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Bromelia serra*, *Dyckia tuberosa*, *Pseudananas sagenarius*, *Tillandsia recurvata*; *Habenaria depressifolia*, *H. petalodes*; *Jacaranda caroba*, *J. cuspidifolia*, *J. oxyphylla*, *J. rufa*; *Miconia ibaguensis*, *M. pepericarpa*, *M. stenostachya*, *M. theaezans*; Viscaceae: *Phoradendron crassifolium*; *Solanum* aff. *lycocarpum*, *S. paniculatum*, *S. subumbellatum*; Loranthaceae: *Struthanthus concinnus*; *Tabebuia serratifolia*; e *Vernonia onopordioides*. Foi registrada a presença de uma única espécie endêmica entre as espécies encontradas nessa ecorregião, a *Miconia angelana* (ARRUDA, 2003).

- Vão do Paranã

Essa ecorregião possui uma área de 2.061.510 ha, equivalente a 1% do bioma Cerrado e está inserida nos estados da Bahia, Goiás e Tocantins. Comparado aos dados de Arruda (2003), houve apenas um refinamento da área. Essa unidade compreende a região intermontana localizada entre o Planalto Central Goiano, a oeste e sul, e o Planalto da Bacia Sedimentar do São Francisco a leste. O relevo regional é composto por ampla superfície de aplanamento, isto é, por planos sucessivos com presença de materiais argilo-arenosos nos interflúvios e materiais argilosos nos setores mais baixos. Morros residuais são observados em função da presença de rochas calcárias, assim como as lagoas e depressões, associadas ao sistema fluvial. As altitudes variam entre 400 m e 600 m (ARRUDA, 2003).

Os principais rios da região são os rios Paranã, Correntes, São Bartolomeu e Macacos e seus afluentes, que muitas vezes apresentam leitos secos (ARRUDA, 2003). O embasamento rochoso regional é composto pelo Grupo Bambuí (calcários e arenitos) e Formação Três Marias. Os solos predominantes são os solos concrecionários, Litossolos, Cambissolos e Hidromórficos, porém, nessa unidade, há os seguintes solos: Argissolos Vermelhos Eutróficos, Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos, Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, Latossolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos Órticos, Plintossolos Háplicos Distróficos e Plintossolos Pétricos Concrecionários (EMBRAPA, 2012).

As principais espécies botânicas que aparecem nessa região são: *Habenaria graciliscapa*, *H. hamata*, *Habenaria humilis*, *H. magniscutata*, *H. schwackei*, *H. sprucei*, *H. trifida*, *H. nuda* var. *nuda*, *Habenaria sp 1H*, *Habenaria sp2 H*; *Mimosa clausenii* Benth., *M. densa*, *M. foliolosa*, *M. gracilis*, *Mimosa pseudoradula*, *M. radula*, *M. setosa*, *M. somnians*, *M. xanthocentra*, *Dendrophthora elliptica*, *Psittacanthus biternatus*; *Solanum lycocarpum*, *S. subumbellatum*; *Vernonia argyrophylla*, *V. bardanoides*, *V. buddleiaefolia*, *V. eremophila*, *Vernonia megapotamica* e *Vernonia myrsinites* (ARRUDA, 2003). Foi registrada a presença de sete espécies endêmicas: *Cyrtopodium lissochiloides*, *Habenaria sp.*, *Habenaria sp.*, *Miconia flavescens*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Phoradendron falcifrons* e *Vernonia grearii* (ARRUDA, 2003).

2.3 ÁREAS PROTEGIDAS

As áreas protegidas são áreas que abrangem as unidades de conservação, mosaicos e corredores ecológicos, espaços considerados essenciais do ponto de vista econômico por conservarem a sociobiodiversidade, além de serem provedores de serviços ambientais e geradores de oportunidades de negócios (MMA, 2017b). Levando essa definição em consideração, o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (Decreto Federal Nº 5.758 de 13/04/2006) e o Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), as Unidades de Conservação (UCs), as Terras Indígenas (TIs) e as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são consideradas áreas protegidas. Dessa forma, nesse tópico, serão abordados estes três tipos de áreas protegidas.

2.3.1 Unidades de Conservação

Segundo a Constituição Federal de 1988, artigo 225:

“todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Para regulamentar esse artigo, foi sancionada a Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o qual definiu UC como:

“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.”

As áreas de conservação do Brasil são um dos instrumentos legais de proteção e conservação dos serviços ecossistêmicos. Segundo Margules e Pressey (2000), as áreas de conservação possuem dois principais papéis: primeiro, elas devem representar a variedade de biodiversidade da região a qual está inserida, de preferência com todos os níveis de organização inseridos; e segundo, ela deve proteger sua biodiversidade do processo que as ameaçam, promovendo, a longo prazo, a existência das espécies e assegurando a manutenção dos processos naturais.

As áreas protegidas estão entre os instrumentos mais eficazes para promover a conservação da natureza e, ao mesmo tempo, promover e apoiar o desenvolvimento sustentável (CASES et al., 2012). Além disso, as áreas protegidas têm também um papel importante na mitigação das mudanças climáticas (BAKER et al., 2015; MELILLO et al., 2016). Segundo Coetzee et al. (2014), as áreas protegidas são a base para conservação da biodiversidade global.

De acordo com a Lei 9.985/2000 (SNUC) que define a criação de reservas ambientais destinadas à proteção e manutenção da biodiversidade no Brasil, as UCs podem ser de diferentes grupos, de diversas categorias e de diversas esferas administrativas (municipal, estadual e federal), devido às diferentes funções que esses espaços desempenham nos seis biomas brasileiros. Quanto ao uso e grau de proteção, o SNUC divide as UCs em Proteção Integral e Uso Sustentável, distribuídas em 12 categorias (Quadro 3). Segundo o SNUC, o objetivo principal das unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Já para as unidades de Uso Sustentável, o objetivo principal é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, tendo assim, um uso menos restritivo.

Quadro 3 - Categorias de Unidades de Conservação e seus usos.

Proteção Integral	Uso Sustentável
Estação Ecológica	Área de Proteção Ambiental (APA)
Reserva Biológica	Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
Parque Estadual	Reserva de Fauna
Monumento Natural	Florestas Nacional/Estaduais
Refúgio de Vida Silvestre	Reserva Extrativista (RESEX)
-	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
-	Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN)

Fonte: SNUC (Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000).

2.3.2 Terras Indígenas

Segundo a Constituição Federal de 1988, Artigo 231, são reconhecidos aos índios, os seus direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, protegê-las e fazer respeitar todos os seus bens. As terras indígenas são caracterizadas nos § 1º e 2º, apresentando a seguinte redação:

“§ 1º São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários, as utilizadas para o seu bem-estar e as necessárias à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

§ 2º As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se à sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.”

A terra indígena é considerada uma área protegida a qual somente os índios têm direito à utilização. Dessa forma, entende-se que essas áreas deveriam possuir baixo grau de antropização, uma vez que o uso nessas áreas deve ser tradicional. Segundo Fearnside (2005), é evidente que as áreas indígenas têm grande importância potencial para a conservação da biodiversidade e para a manutenção das funções de estabilização do clima tropical.

Segundo Sobrevila (2008), as terras indígenas englobam cerca de 22% da superfície da Terra e coincidentemente essas áreas possuem 80% da biodiversidade do planeta, ou seja, muitas áreas habitadas por indígenas no mundo coincidem com as maiores concentrações de biodiversidade. Os povos indígenas, assim como outros povos tradicionais, têm longas associações com a natureza e uma profunda compreensão disso. Muitas vezes, eles fizeram e fazem contribuições significativas para a manutenção de muitos dos ecossistemas mais frágeis da Terra, por meio de suas práticas tradicionais de uso de recursos sustentáveis e respeito pela natureza pela cultura (BELTRÁN, 2000).

Terras Indígenas da América Latina e do mundo contribuem substancialmente para os objetivos de protegerem áreas naturais (OVIÉDO, 2008).

2.3.3 Área de Preservação Permanente (APP)

De acordo com os conceitos e as delimitações definidas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa/Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012 e suas alterações) em seu artigo 3, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas como:

“áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”

O art. 4º do Novo Código Florestal Brasileiro, por sua vez, define quais são as áreas que devem ser consideradas APPs, seja nas zonas rurais ou zonas urbanas, conforme se segue:

“I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação; e

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.”

A delimitação de APPs é uma estratégia para a conservação de bens ambientais com o objetivo de preservar a manutenção de serviços de todo o ecossistema o qual está inserido, uma vez que está diretamente relacionada com os recursos hídricos que é um recurso natural de grande importância para todo o sistema (MEDEIROS & ARAÚJO, 2011).

A partir da preservação das APPs, é possível apontar uma série de benefícios ambientais decorrentes da manutenção que esta gera nos ecossistemas. Esses benefícios podem ser em relação à importância das APPs como componentes físicos do ecossistema ou em relação aos serviços ecológicos prestados pela flora, incluindo todas as associações por elas proporcionadas com os componentes bióticos e abióticos do ecossistema (SKORUPA, 2003). Alguns desses benefícios são a: promoção, por meio da vegetação,

da estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água; proteção do solo, por meio da redução da energia cinética das chuvas e taxas de erosão; e fornecimento de refúgio e alimento para os insetos polinizadores de culturas, dentre vários outros que benefícios que essas áreas proporcionam (DIAS, 2012). Portanto, as ações degradadoras das áreas de APP geram impactos negativos nesses ecossistemas assim como para toda a bacia a qual o recurso hídrico está inserido, tornando-se em um grave risco ambiental e social.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E A EXPANSÃO AGRÍCOLA

A importância estratégica do setor agrícola para crescimento econômico brasileiro é clara desde os primeiros empreendimentos coloniais no início do século XVI (BAER, 2008). De 1960 a 1985, o desenvolvimento da agricultura brasileira foi bastante impulsionado pela política de industrialização (PEREIRA et al., 2012). Durante esse processo de desenvolvimento, o bioma Cerrado mostrou ser uma região bastante produtiva.

Considerado como uma terra de baixa fertilidade natural, com valor econômico incipiente e pouca aptidão agrícola até 1970, o bioma Cerrado atualmente é uma das principais regiões produtoras de grãos do mundo (BRANNSTROM & FILIPPI, 2008). Devido ao avanço tecnológico, principalmente aos relacionados ao manejo do solo, e aos programas governamentais de incentivo à exploração agropecuária, o desenvolvimento agrícola nessa área foi impulsionado (SANTANA & BAHIA FILHO, 1998; SANO, 2011; PEREIRA et al., 2012; AMPA et al., 2016). Como consequência, nas últimas décadas, esse bioma sofreu várias transformações relacionadas à conversão da vegetação nativa em usos agrícolas (TRABAQUINI et al., 2017).

O Cerrado possui enorme destaque nos cenários agrícolas nacional e internacional. Em 1970, a produção de grãos era de 8 milhões de toneladas, já em 2006, a produção atingiu 48,2 milhões de toneladas, uma taxa de crescimento anual de seis vezes em 36 anos (PEREIRA et al., 2012). Com pouco mais de 30 anos de ocupação agrícola, o bioma Cerrado já conta com mais de 60 milhões hectares de pastagens plantadas e cerca de 27 milhões de hectares de áreas agrícolas (MMA, 2015). Esse bioma já possui cerca de 43% de sua área original ocupada por atividades produtivas (MMA,

2015) e contribui com cerca de 33% na renda proveniente da agricultura no país (FALEIRO & SOUSA, 2007).

Os benefícios advindos da ocupação agrícola do Cerrado são evidentes quando se considera o contexto econômico, porém, o problema central da ocupação territorial e econômica do Cerrado é o caráter predatório do modelo agropecuário predominante, ameaçando a própria existência do bioma (MMA, 2006). O modelo de produção agrícola atual se baseia na exploração empresarial das áreas destinadas ao cultivo e criação descontrolada de animais, resultando no empobrecimento ecológico do bioma. Esse empobrecimento se deve principalmente à incorporação de extensas áreas para a agricultura comercial, baseada em plantios homogêneos e no uso intensivo de agrotóxicos, à exploração pecuária extensiva, ao uso do fogo e às más práticas de captação e uso de água na irrigação, sem adoção efetiva de medidas de mitigação de impactos e de compensação socioambiental (MMA, 2006).

Segundo a resolução Conama Nº 001 de 23 de janeiro de 1986, considera-se impacto ambiental:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e

V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Dessa forma, a expansão agrícola que vem ocorrendo no Cerrado é acompanhada de fortes impactos ambientais, uma vez que o modelo utilizado afeta a qualidade dos recursos ambientais. Os benefícios advindos da ocupação agrícola do Cerrado são evidentes, porém, comumente não são considerados os impactos que esse desenvolvimento gera (LIMA & SILVA, 2008).

Segundo o Programa Cerrado Sustentável (Portaria MMA nº 361 de 12 de setembro de 2003), os principais impactos decorrentes do modelo atual de produção agropecuária são: a perda da biodiversidade, representada pela extinção de populações, espécies e produtos do Cerrado; a supressão, fragmentação e isolamento de habitats, ecossistemas, populações e espécies animais e vegetais, através do desmatamento e uso de queimadas na ocupação agrosilvipastoril; e a perda de funções e serviços ambientais como a diminuição da capacidade hídrica dos mananciais de água.

Parte dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecidos coletivamente como MATOPIBA, se tornaram uma importante fronteira agrícola ao longo das últimas duas décadas (BRAGANÇA, 2016). A região é atualmente responsável por 10% da produção de grãos no país e é um importante vetor na expansão do cultivo de soja e de milho (MIRANDA et al., 2014). A expansão da agricultura no MATOPIBA é concentrada nas áreas cobertas pelo Cerrado e, apesar da sua importância para a economia brasileira, o impacto e a dimensão dessa intensificação da agricultura ainda não foram estudados a fundo (BRAGANÇA, 2016).

A expansão das lavouras agroindustriais e da pecuária em larga escala leva ao desmatamento massivo, mudanças nos regimes de chuva, emissões crescentes de carbono e aumento nas temperaturas (SASSEN, 2016). Segundo Pitta & Vega (2017), a expansão do MATOPIBA já demonstra suas consequências devido ao desmatamento excessivo, à utilização intensiva do solo e à poluição das águas.

Devido à alta velocidade da expansão do agronegócio e aos grandes empreendimentos, a questão da diminuição de volume d'água dos grandes aquíferos, lençóis freáticos e cursos d'água acabou ficando em segundo plano, apesar de ter magnitude de impacto incalculável, assim como a perda de biodiversidade (fauna e flora) (PITTA & VEGA, 2017). A destruição do Cerrado é um problema que extrapola o Brasil e diz respeito a questões que hoje preocupam a sociedade, os governos e as instituições de governança mundial do clima e da alimentação. Ainda segundo estes dois últimos autores, a expansão da fronteira agropecuária no Cerrado, nas últimas quatro décadas, levou à perda total ou à degradação de 52% do bioma, demonstrando ameaças para seu futuro e para as formas de vida tradicionais de seus habitantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Os dados utilizados neste trabalho para avaliação da condição do bioma Cerrado compreenderam dados cartográficos, provenientes de base de dados de diferentes fontes (MMA, FUNAI, INPE, entre outros). A seguir são apresentados os materiais referentes a cada parte da metodologia utilizada.

3.1.1 Ecorregiões do Cerrado

O mapa de ecorregiões foi utilizado durante todas as etapas dessa pesquisa. O mapa oficial mais atualizado foi produzido por Arruda (2003), criado a partir de um limite do Cerrado não publicado oficialmente. Este limite não coincide com o limite definido pelo “Mapa de Biomas do Brasil” (IBGE, 2004). Diante disso, para esse estudo, o mapa de ecorregiões do Arruda (2003) foi ajustado para o novo limite do Cerrado que foi proposto pelo IBGE. Esse ajuste foi feito pela Embrapa Cerrados, sob a coordenação do pesquisador Dr. Éder de Souza Martins. O ajuste foi baseado principalmente no modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 metros, obtido pela missão conhecida como *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) da Agência Espacial dos Estados Unidos (NASA) (FARR et al., 2007).

3.1.2 Uso da Terra nas Ecorregiões do Cerrado

As áreas de uso e cobertura do solo do bioma Cerrado utilizadas nessa pesquisa foram obtidas pelo projeto TerraClass Cerrado 2013, sendo esta a base de dados mais recente e disponibilizada gratuitamente pelo governo brasileiro, mapeadas com uma área mínima de 6,25 há e, tendo como referência, as imagens do satélite Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) relativas ao ano de 2013 (MMA, 2015).

3.1.3 Representatividade das Áreas Protegidas no Bioma Cerrado

Para avaliação da representatividade das áreas protegidas nas ecoregiões, utilizou-se os dados das unidades de conservação provenientes do banco de dados do MMA e de terras indígenas provenientes do banco de dados da FUNAI.

3.1.4 Passivos Ambientais em Áreas de Preservação Permanente

As áreas antropizadas nas zonas de APPs (passivos ambientais) foram mapeadas com base na interpretação visual de imagens do satélite RapidEye de 2014 e 2015 (quando indisponível em 2014), o qual opera com resolução espacial de 6,5 metros, porém, reamostradas para 5 m durante o processo de ortorretificação. Essas imagens foram adquiridas pelo MMA para atender parte dos compromissos assumidos pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o seu acesso é disponibilizado para instituições públicas mediante cadastro e por meio do banco de dados espaciais denominado de geocatálogo.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Uso da Terra das Ecorregiões do Cerrado

As análises dos dados de uso da terra foram baseadas no mapeamento proveniente do projeto de mapeamento de uso e cobertura de terras do Cerrado denominado de TerraClass Cerrado 2013 (MMA, 2015). Foram considerados os dados de vegetação natural, culturas agrícolas anuais e perenes e de pastagens plantadas que correspondem a 95% das classes de uso da terra consideradas nesse projeto. Esses dados foram obtidos do sítio da internet do INPE (<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/download.php>).

Os resultados do mapeamento do TerraClass foram obtidos por meio de análises de imagens do satélite Landsat-8 de 2013, convertidas para reflectância aparente no topo da atmosfera e processadas pela técnica de segmentação de imagens por crescimento de regiões. A área mínima de mapeamento foi de 6 hectares e a legenda proposta é mostrada no Quadro 4.

Para os processamentos e análises deste estudo, foram utilizados os *softwares* ArcGIS 10.2, ENVI 5.3 e os aplicativos do Microsoft Office 2013. A projeção e a

referência geodésica utilizadas foram a Universal Transversa de Mercator (UTM), esferoide GRS 1980 e datum horizontal SIRGAS2000.

Os dados de áreas protegidas analisadas neste estudo foram as UCs federais, estaduais e municipais, tanto do grupo de uso sustentável como do grupo de proteção integral, obtidas do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Esse cadastro "... é mantido pelo MMA com a colaboração dos órgãos gestores federal, estaduais e municipais. Seu principal objetivo é disponibilizar um banco de dados com informações oficiais do Sistema Nacional de Unidades de Conservação." (MMA, 2017b). Esses dados foram obtidos por meio do aplicativo Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento (I3Geo) (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>). Foram analisadas ainda, os dados de TIs, obtidos por meio do portal da Fundação Nacional do Índio (Funai) (<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>).

Quadro 4 – Legenda considerada no mapeamento do TerraClass Cerrado de 2013.

Nível 1	Nível 2
Área antropizada	Agricultura anual
	Agricultura perene
	Mineração
	Mosaico de ocupação
	Pastagem plantada
	Silvicultura
	Solo exposto
	Área urbana
	Outros
	Área natural
Vegetação natural não-florestal	
Área natural não-vegetado	
Corpo d'água	
Não-observada (nuvens, sombras de nuvens, queimadas)	

3.2.1.1 Representatividade das Áreas Protegidas no Bioma Cerrado

Os dados de áreas protegidas, em nível nacional e em formato *shapefile*, foram recortados para o limite do bioma Cerrado proposto pelo IBGE (2004). Em alguns casos, foi observada sobreposição de dados. Nesses casos, a classificação mais restritiva da área foi a adotada. Por exemplo, uma determinada área que apresentasse sobreposição de uma UC de proteção integral e uma terra indígena, assumiu-se que essa área era coberta pela UC de proteção integral.

Para a produção cartográfica e análise dos dados, foram utilizados os *softwares* ArcGIS 10.2 e os aplicativos da Microsoft Office 2013. A projeção e a referência geodésica utilizadas foram a *Universal Transversa de Mercator* (UTM), esferoide GRS 1980 e datum horizontal SIRGAS2000.

3.2.1.2 Passivos Ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs)

Os dados de passivo ambiental foram produzidos a partir de uma adaptação da metodologia desenvolvida como parte do projeto *Tropical Ecosystem Environment Observation by Satellite* (TREES), coordenado pelo Centro de Pesquisas da Comissão Europeia junto com a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (FAO & JRC, 2012; BEUCHLE et al., 2015). Por passivo ambiental, entende-se como aquelas áreas que estão com algum tipo de uso antrópico em áreas de proteção permanente e cujo responsável precisa tomar medidas para recuperar essas áreas.

Foi utilizado o método de amostragem sistemática em uma grade regular equidistante de um grau. Em cada ponto de encontro das grades, foi definida uma unidade amostral recobrindo uma área circular com raio de 3 km, perfazendo aproximadamente 2.827 hectares de área amostral. Para a área total do Cerrado, foram consideradas 174 unidades amostrais (Figura 7). O método de amostragem sistemática foi utilizado, pois proporciona uma boa estimativa da média e do total, devido à distribuição uniforme da amostra em toda população evitando assim tendências.

A delimitação das APPs ao longo das drenagens nas unidades amostrais foi realizada com base nos dados de hidrografia disponibilizados no sítio da internet do IBGE. A partir dessa rede de drenagem, criou-se um *buffer* de acordo com o tipo de recurso hídrico, tendo, como base, as seguintes exigências da Lei de Proteção da

Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012 e suas alterações) e da Resolução CONAMA nº 302 de 20 de março de 2002:

- APP em cursos d'água com menos de 10 metros de largura: faixa de proteção de 30 m em ambas as margens;
- APP em cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura: 50 m;
- APP em cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura: 100 m;
- APP no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes: 50 m;
- APP no entorno dos lagos e lagoas naturais com até 20 hectares - zona rural: 15 m; e
- APP no entorno dos reservatórios artificiais com até 20 hectares - zona rural: 15 m.

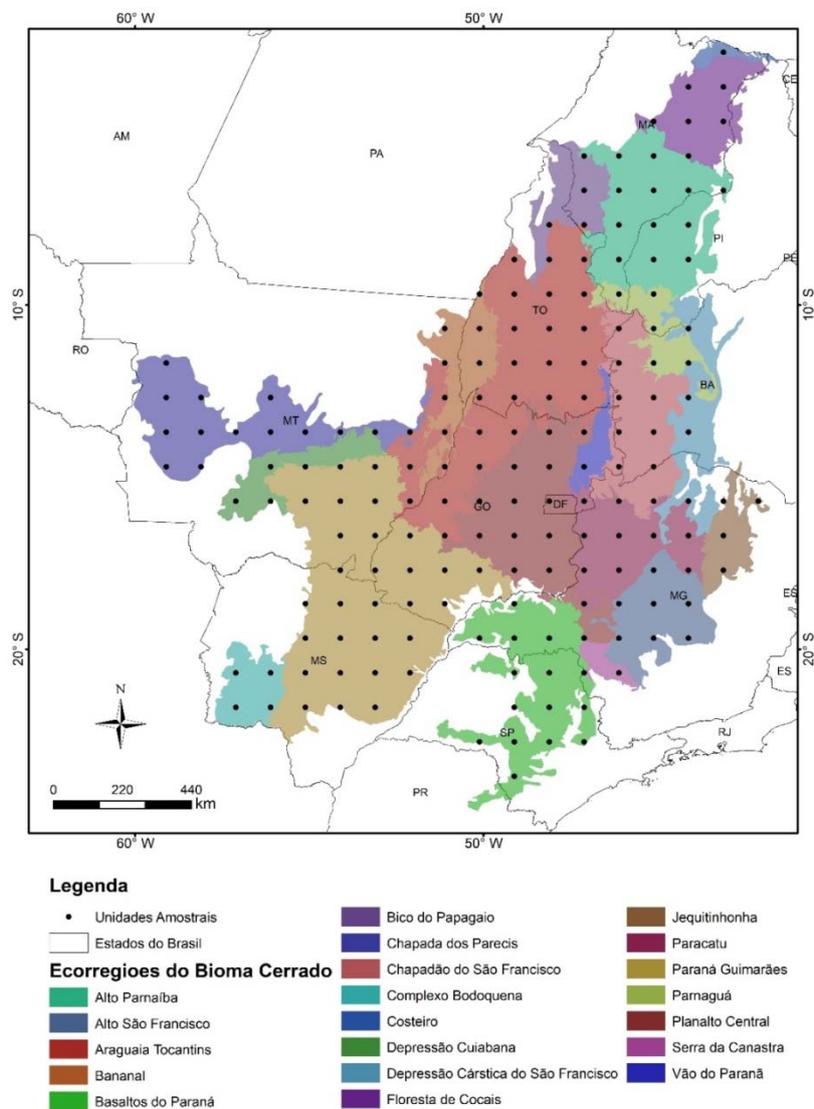


Figura 7 – Distribuição das unidades amostrais utilizadas para o cálculo de passivo ambiental em áreas de proteção permanente ao longo das drenagens.

As áreas antropizadas nas zonas de APPs foram mapeadas com base na interpretação visual de imagens do satélite RapidEye de 2014 e 2015 (quando indisponível em 2014), o qual opera com resolução espacial de 6,5 metros, porém, reamostradas para 5 m durante o processo de ortorretificação. Essas imagens foram adquiridas pelo MMA para atender parte dos compromissos assumidos pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o seu acesso é disponibilizado para instituições públicas mediante cadastro e por meio do banco de dados espaciais denominado de geocatálogo. Nas Figura 8 e Figura 9 são mostrados alguns exemplos dessa etapa de processamento.

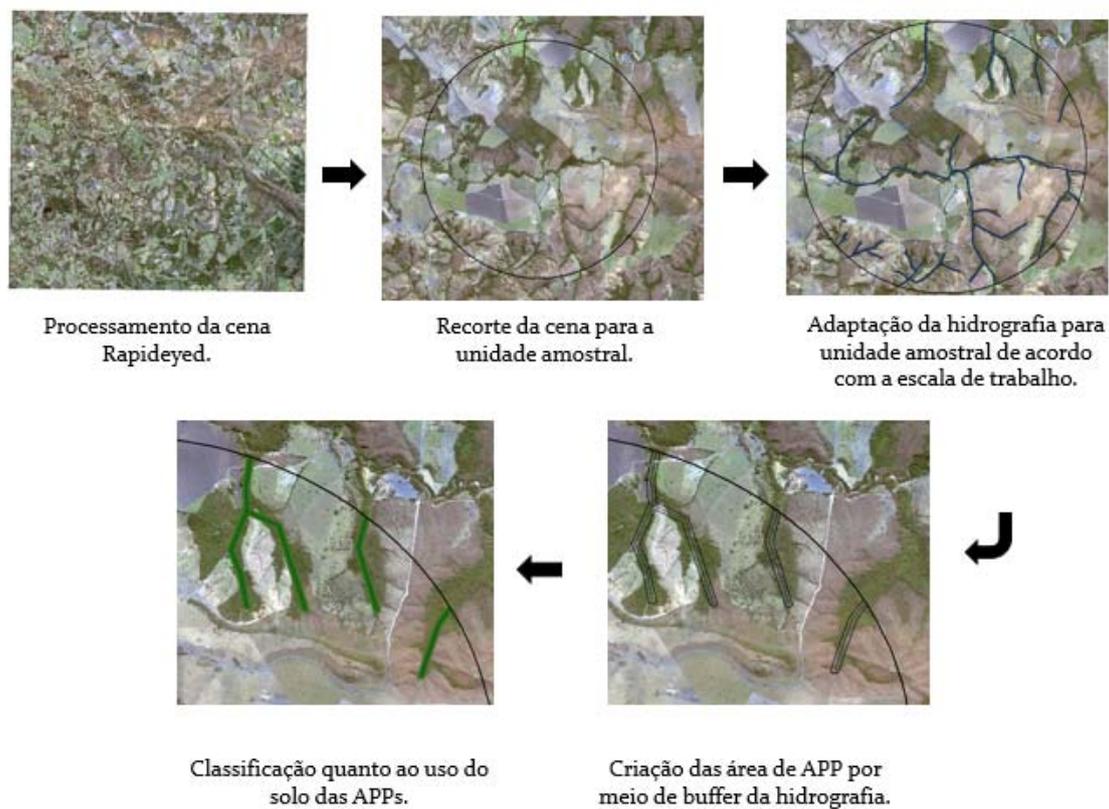


Figura 8 - Etapas de processamento para identificação dos passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

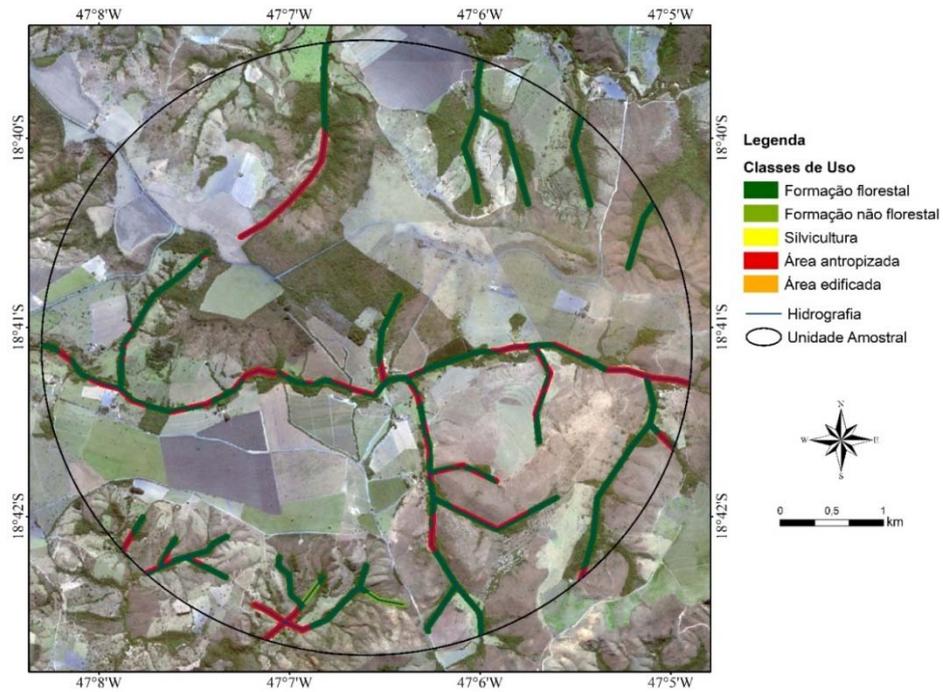


Figura 9 – Exemplo de resultado final das etapas de processamento para identificação dos passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo das drenagens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 USO DA TERRA NAS ECORREGIÕES DO CERRADO

Segundo o mapeamento do TerraClass Cerrado 2013, 41% do Cerrado, equivalente a aproximadamente 84 milhões de hectares, estavam cobertos por culturas agrícolas anuais e perenes e pastagens cultivadas (MMA, 2015) (Figura 10 e Figura 11). As áreas com culturas agrícolas são encontradas principalmente na porção sul do bioma. Esse quadro retrata a própria história de ocupação de terras no Brasil. Na década de 1920, predominavam os plantios de café, principalmente no estado de São Paulo e que, com o esgotamento das terras e o aumento dos custos de aquisição de terras, os agricultores começaram a migrar para o Cerrado, começando com o sul do estado de Goiás (SANO et al., 2008; SANO, 2010). A porção norte ficou com a vegetação original preservada, por causa das dificuldades de acesso e da grande distância em relação aos centros urbanos maiores. Na década de 1980, houve o estabelecimento de duas novas fronteiras agrícolas no Cerrado, o oeste da Bahia e a região de Lucas do Rio Verde e Sinop em Mato Grosso.

Em termos de pastagens cultivadas, pode-se afirmar que elas se encontram distribuídas por todo o bioma (Figura 13), não se verificando concentrações em determinadas regiões do Cerrado, como acontece com as culturas agrícolas. Apesar disso, destaque deve ser dado para a ecorregião Paraná-Guimarães (ecorregião no. 16), com 16,5 milhões de hectares de pastagens cultivadas, segundo dados do projeto TerraClass Cerrado 2013.

As duas ecorregiões que apresentaram as maiores porcentagens de áreas antropizadas foram os Basaltos do Paraná e Paraná-Guimarães, localizados na porção sul da área de estudo, com 71,7% e 61,9%, respectivamente. Por outro lado, as duas ecorregiões que apresentaram as menores porcentagens de áreas antropizadas foram o Costeiro e o Parnaguá, com 2,6% e 10,1%, respectivamente (Figura 12). Apesar da ecorregião Alto Parnaíba apresentar uma porcentagem relativamente baixa de áreas antropizadas (20%), ela se destaca por hospedar a nova fronteira agrícola do Cerrado, denominada de MATOPIBA (MIRANDA et al., 2014; BRAGANÇA, 2016), a qual localiza-se na região sul da referida ecorregião. Entre 2000 e 2014, a área plantada com soja no MATOPIBA aumentou 253% (CERDAS, 2015).

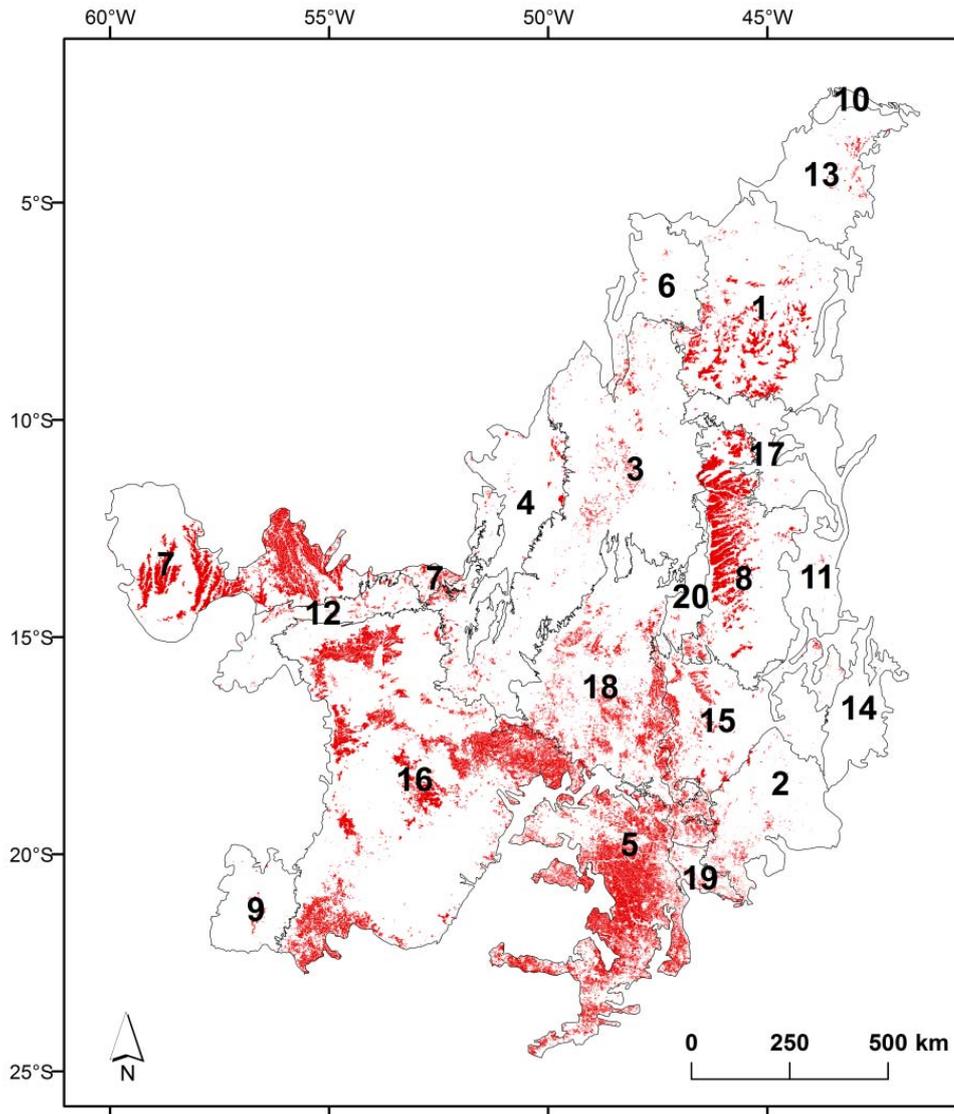


Figura 10 - Distribuição espacial das culturas agrícolas anuais e perenes do bioma Cerrado em 2013. Fonte: MMA (2015). Para identificação das ecoregiões, vide Fig. 7.

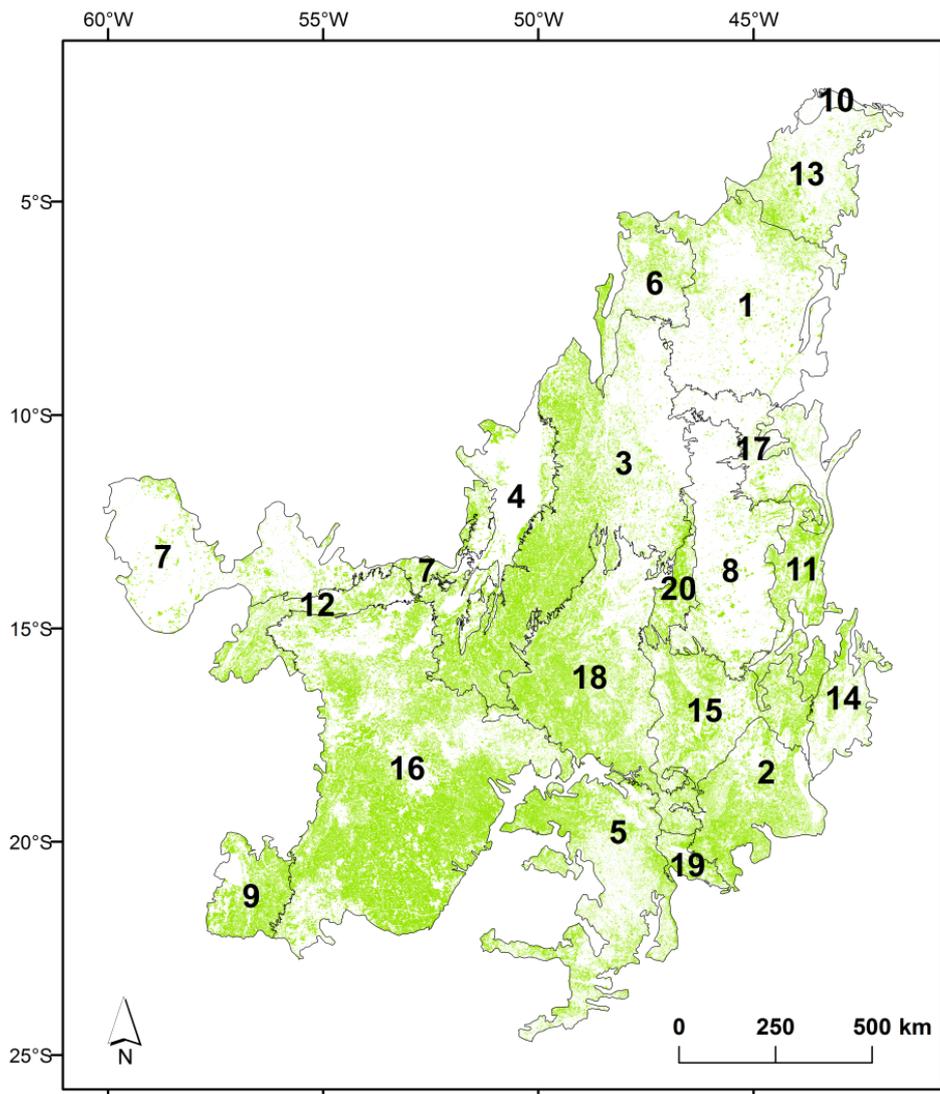


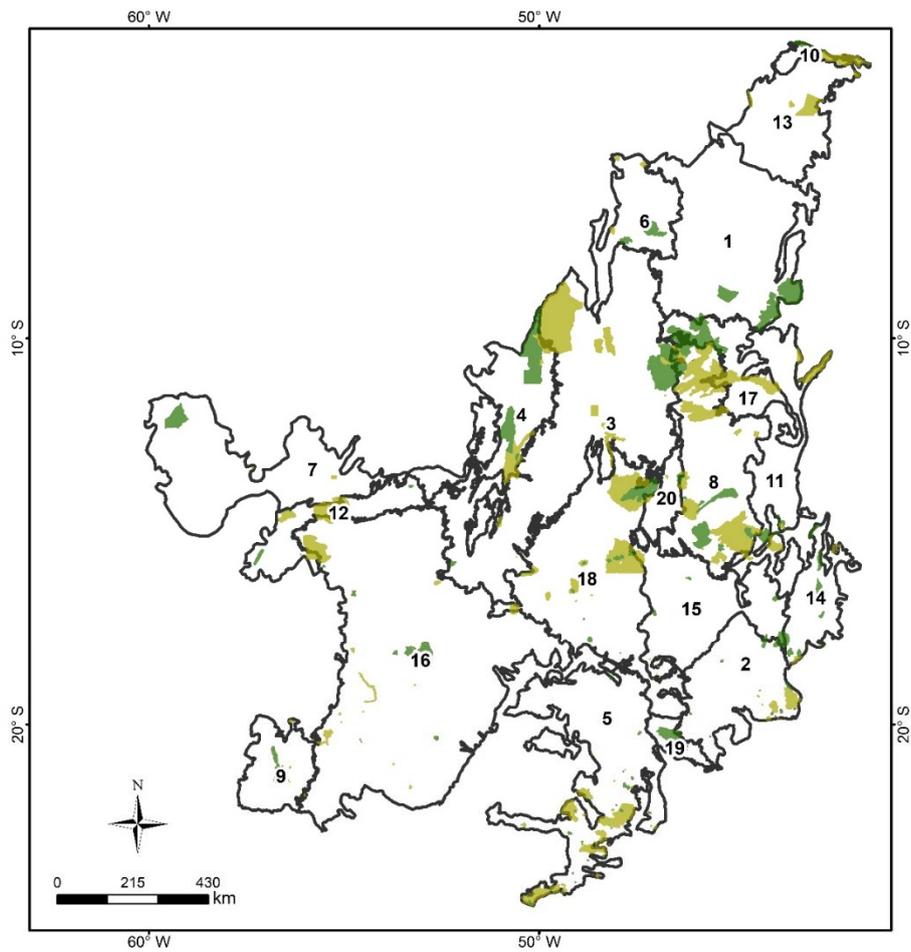
Figura 11 - Distribuição espacial das pastagens cultivadas do bioma Cerrado em 2013.
 Fonte: MMA (2015). Para identificação das ecorregiões, vide Fig. 7.



Figura 12 - Porcentagem de área antropizada por culturas agrícolas e pastagens cultivadas em 2013 em cada ecorregião do Cerrado.

4.1.1 REPRESENTATIVIDADE DAS ÁREAS PROTEGIDAS NO BIOMA CERRADO

Segundo os dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), o Cerrado possui 271 UCs, sendo 118 de proteção integral e 153 de uso sustentável nas esferas federal, estadual e municipal. Algumas UCs localizam-se em mais de uma ecorregião e outras se sobrepõem, porém, a área contabilizada foi somente a área efetiva, privilegiando a classificação mais restritiva para evitar duplicidade. Observou-se uma concentração de UCs mais extensas nas ecorregiões do Chapadão do São Francisco e do Planalto Central, na região central do bioma Cerrado, enquanto as outras UCs menos extensas se encontram distribuídas por todo o bioma (Figura 13). As UCs de proteção integral ocupam 2,8% do bioma Cerrado e possuem área média de 48104,9 ha, enquanto as UCs de uso sustentável ocupam 4,8% do bioma, com área média de 64418,3 ha (total de 7,6%) (Tabela 3; Tabela 4).



Legenda

Unidades de Conservação

Uso Sustentável

Proteção Integral

Ecorregiões do Bioma Cerrado

1, Alto Parnaíba

2, Alto São Francisco

3, Araguaia Tocantins

4, Bananal

5, Basaltos do Paraná

6, Bico do Papagaio

7, Chapada dos Parecis

8, Chapadão do São Francisco

9, Complexo Bodoquena

10, Costeiro

11, Depressão Cárstica do São Francisco

12, Depressão Cuiabana

13, Floresta de Cocais

14, Jequitinhonha

15, Paracatu

16, Paraná Guimarães

17, Parnaíba

18, Planalto Central

19, Serra da Canastra

20, Vão do Paraná

Figura 13 – Distribuição das unidades de conservação nas ecorregiões do bioma Cerrado.

Tabela 3 – Distribuição das UCs de proteção integral nas diferentes ecorregiões do Cerrado.

Ecorregião	Área (ha)	Unidades de Conservação de Proteção Integral							
		Estadual (ha)	Estadual (%)	Federal (ha)	Federal (%)	Municipal (ha)	Municipal (%)	Total (ha)	Total (%)
Alto Parnaíba	16.798.411	0	0,0	742.832	4,4	0	0,0	742.832	4,4
Alto São Francisco	7.958.487	38.590	0,5	68.999	0,9	3.134	0,0	110.722	1,4
Araguaia Tocantins	28.557.704	146.403	0,5	556.297	1,9	1.464	0,0	704.164	2,5
Bananal	6.713.929	367.169	5,5	555.174	8,3	0	0,0	922.343	13,7
Basaltos do Paraná	13.636.937	28.604	0,2	0	0,0	0	0,0	28.604	0,2
Bico do Papagaio	5.385.503	28.794	0,5	160.547	3,0	0	0,0	189.341	3,5
Chapada dos Parecis	13.704.664	437	0,0	226.929	1,7	0	0,0	227.366	1,7
Chap. São Francisco	11.862.892	125.269	1,1	720.769	6,1	5.594	0,0	851.632	7,2
Complexo Bodoquena	4.037.149	259	0,0	77.592	1,9	0	0,0	77.851	1,9
Costeiro	885.786	0	0,0	138.938	15,7	0	0,0	138.938	15,7
Depr. Cárstica São Francisco	7.840.581	22.703	0,3	52.623	0,7	0	0,0	75.326	1,0
Depressão Cuiabana	4.517.836	14.322	0,3	27.436	0,6	0	0,0	41.758	0,9
Floresta de Cocais	7.480.748	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Jequitinhonha	3.918.167	128.916	3,3	39.439	1,0	0	0,0	168.355	4,3
Paracatu	9.362.563	27.170	0,3	63.117	0,7	0	0,0	90.287	1,0
Paraná Guimarães	36.452.115	38.886	0,1	165.657	0,5	14.187	0,0	218.729	0,6
Parnaguá	4.600.268	4.928	0,1	524.433	11,4	0	0,0	529.361	11,5
Planalto Central	16.955.041	63.670	0,4	278.294	1,6	391	0,0	342.355	2,0
Serra da Canastra	1.209.278	0	0,0	186.668	15,4	0	0,0	186.668	15,4
Vão do Paranã	2.061.510	17.906	0,9	1.502	0,1	0	0,0	19.408	0,9
Total	203.939.569	1.054.026	0,5	4.587.244	2,2	24.771	0,0	5.666.041	2,8

Tabela 4 – Distribuição das UCs de uso sustentável nas diferentes ecorregiões do Cerrado.

Ecorregião	Área (ha)	Unidades de Conservação de Uso Sustentável							
		Estadual (ha)	Estadual (%)	Federal (ha)	Federal (%)	Municipal (ha)	Municipal (%)	Total (ha)	Total (%)
Alto Parnaíba	16.798.411	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Alto São Francisco	7.958.487	7.762	0,1	172.188	2,2	5.647	0,1	185.598	2,3
Araguaia Tocantins	28.557.704	1.888.733	6,6	40.611	0,1	0	0,0	1.929.344	6,8
Bananal	6.713.929	120.312	1,8	339.861	5,1	0	0,0	460.173	6,9
Basaltos do Paraná	13.636.937	901.189	6,6	5.102	0,0	0	0,0	906.291	6,6
Bico do Papagaio	5.385.503	15.321	0,3	20.557	0,4	0	0,0	35.877	0,7
Chapada dos Parecís	13.704.664	51.554	0,4	0	0,0	0	0,0	51.554	0,4
Chap. do São Francisco	11.862.892	1.884.535	15,9	340.601	2,9	0	0,0	2.225.136	18,8
Complexo Bodoquena	4.037.149	2.195	0,1	5.528	0,1	0	0,0	7.723	0,2
Costeiro	885.786	174.193	19,7	154.990	17,5	0	0,0	329.183	37,2
Depr. Cárstica São Francisco	7.840.581	305.701	3,9	40.109	0,5	0	0,0	345.810	4,4
Depressão Cuiabana	4.517.836	448.292	9,9	0	0,0	60.302	1,3	508.594	11,3
Floresta de Cocais	7.480.748	232.960	3,1	26.702	0,4	0	0,0	259.662	3,5
Jequitinhonha	3.918.167	19.987	0,5	10.004	0,3	0	0,0	29.991	0,8
Paracatu	9.362.563	11.148	0,1	61.165	0,7	0	0,0	72.313	0,8
Paraná Guimarães	36.452.115	364.461	1,0	12.998	0,0	15.574	0,0	393.032	1,1
Parnaguá	4.600.268	437.839	9,5	0	0,0	0	0,0	437.839	9,5
Planalto Central	16.955.041	1.049.752	6,2	590.109	3,5	0	0,0	1.639.860	9,7
Serra da Canastra	1.209.278	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Vão do Paraná	2.061.510	31.220	1,5	9.034	0,4	0	0,0	40.254	2,0
Total	203.939.569	7.947.152	3,9	1829559	0,9	81.523	0,0	9.858.234	4,8

No âmbito do Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP, Decreto nº 5.758/2006), criado para atender as metas estabelecidas pelo Plano Estratégico da CDB, o país assumiu o compromisso de possuir pelo menos 30% de áreas protegidas na Amazônia e de pelo menos 10% nos outros biomas, na forma de unidades de conservação (MEDEIROS & ARAÚJO, 2011). Portanto, a porcentagem de 7,6% de áreas protegidas encontradas para o Cerrado ainda está abaixo da meta estabelecida de 10%, que é considerada a porcentagem mínima para garantir a sustentabilidade de um bioma. Porém, ao comparar com os valores reportados por Arruda et al. (2008), as perspectivas são promissoras. Segundo esses últimos autores, em 2007, o total de UCs era de apenas 98 unidades e cobria apenas 2,5% do bioma.

Quando o total de áreas protegidas por meio de UCs é comparado com as metas mundiais, a disparidade é ainda maior. Em 2010, durante a Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica das Nações Unidas (COP10/CDB), foram estabelecidas metas globais de biodiversidade para 2011-2020. A meta para as áreas protegidas foi definida como sendo no mínimo 17% das áreas terrestres e águas continentais e no mínimo 10% das áreas costeiras e marinhas até 2020. Para alcançar essa meta no Cerrado, é necessário um acréscimo de aproximadamente 124% em áreas protegidas, o que corresponde à conversão de mais 9,4% do Cerrado em UCs.

Analisando somente as UCs de proteção integral, os resultados não são animadores. Os percentuais por ecorregião variaram de 0% (Floresta dos Cocais) a 15,7% (Costeiro) e 10 ecorregiões possuem menos de 2% da sua área total em áreas protegidas (Tabela 5). Em termos de metas nacional e internacional, conclui-se que 16 ecorregiões estão abaixo da meta nacional e todas as ecorregiões estão abaixo da meta mundial.

Os dados da Tabela 5 mostram que as maiores ecorregiões são as que apresentam os menores índices de áreas protegidas, como é o caso da Paraná Guimarães, com apenas 3,5% de áreas protegidas, mesmo sendo a ecorregião mais extensa, cobrindo aproximadamente 18% do Cerrado. Esse dado revela um aspecto negativo, pois a baixa representatividade de áreas protegidas em ecorregiões de grandes extensões indica que a maior parte da sua biodiversidade não está preservada. As ecorregiões menos extensas contêm características físicas e bióticas particulares. Quanto menos extensas, maior deveria ser seu índice de proteção para garantir a preservação da sua biodiversidade. Apesar das ecorregiões menos extensas possuírem valores maiores de áreas protegidas, a maioria possui menos de 5% de área coberta com UCs de proteção integral. Esses dados mostram a necessidade de criação de novas áreas protegidas no Cerrado.

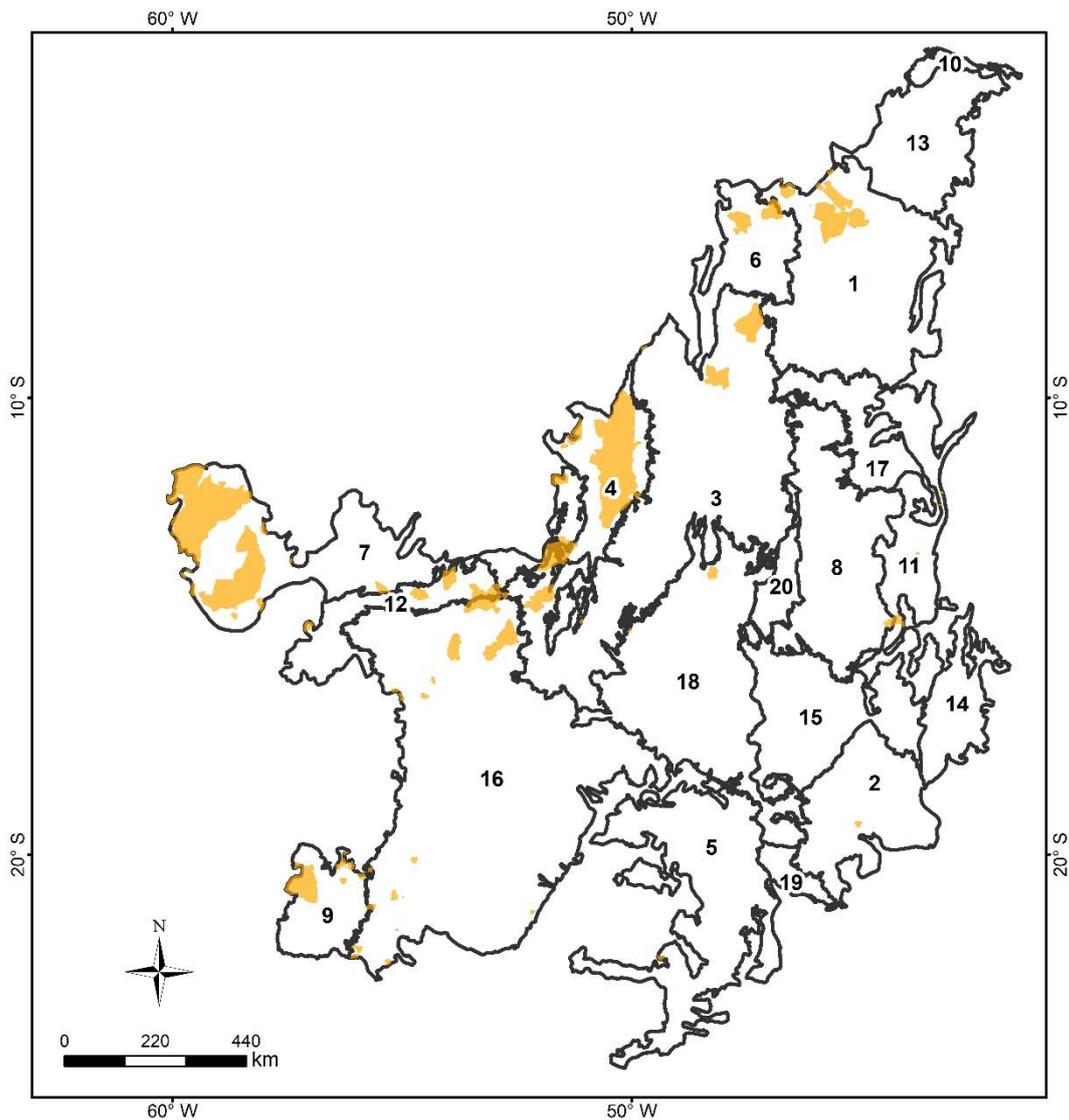
Além das UCs federais, estaduais e municipais que integram o SNUC, o bioma Cerrado possui ainda uma porção de seu território protegida por TIs. Em cumprimento aos direitos constitucionais dos povos indígenas, as TIs são administradas pelas populações indígenas de acordo com suas tradições, mas não são oficialmente reconhecidas como parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Porém, essas terras, em sua maioria, são preservadas e são importantes para a conservação da biodiversidade, tendo sido reconhecidas pela CDB como áreas protegidas. Assim, o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas inclui as TIs no planejamento e na implementação da conservação e gestão integrada da biodiversidade (MMA, 2010).

Foram encontradas 105 TIs no bioma Cerrado, algumas localizadas em mais de uma ecorregião, as quais ocupam 4,7% da área de estudo. Observou-se uma tendência das TIs em se distribuírem ao longo da transição do Cerrado com o bioma da Amazônia (Figura 14). Essa distribuição, em teoria, é importante para frear o avanço da agricultura do Cerrado em direção à Amazônia, o que já não ocorre com as UCs, cujo papel principal é de conservação da biodiversidade em diferentes áreas do bioma.

Observando o conjunto de áreas protegidas composto por UCs de proteção integral e uso sustentável e as terras indígenas, o Cerrado soma 12,3% (25.097.225 ha) de áreas protegidas. Dentro desse contexto, o Brasil já teria alcançado a meta nacional e estaria mais próximo da mundial, porém, as UCs de uso sustentável e as TIs não são áreas que necessariamente garantem a viabilidade genética de um ecossistema. Muitas UCs de uso sustentável se encontram em áreas urbanas e bastante antropizadas, não garantindo a preservação do ecossistema local.

Tabela 5 – Áreas das ecorregiões do bioma Cerrado e sua representatividade por Unidades de Conservação de uso sustentável e proteção integral e Terras Índigenas.

Ecorregião	Área da Ecorregião (ha)	PI		US		TI		Total (ha)	Total (%)
		Total (ha)	Total (%)	Total (ha)	Total (%)	(ha)	(%)		
Alto Parnaíba	16.798.411	742.832	4,4	0	0,0	1.001.760	6,0	1.744.597	10,4
Alto São Francisco	7.958.487	110.722	1,4	185.598	2,3	9.928	0,1	306.252	3,8
Araguaia Tocantins	28.557.704	704.164	2,5	1.929.344	6,8	943.490	3,3	3.577.007	12,5
Bananal	6.713.929	922.343	13,7	460.173	6,9	2.232.501	33,3	3.615.037	53,8
Basaltos do Paraná	13.636.937	28.604	0,2	906.291	6,6	9.008	0,1	943.910	6,9
Bico do Papagaio	5.385.503	189.341	3,5	35.877	0,7	278.482	5,2	503.704	9,4
Chapada dos Parecis	13.704.664	227.366	1,7	51.554	0,4	3.562.522	26,0	3.841.444	28,0
Chapadão do São Francisco	11.862.892	851.632	7,2	2.225.136	18,8	32.618	0,3	3.109.413	26,2
Complexo Bodoquena	4.037.149	77.851	1,9	7.723	0,2	456.252	11,3	541.828	13,4
Costeiro	885.786	138.938	15,7	329.183	37,2	0	0,0	468.174	52,9
Depressão Cárstica do São Francisco	7.840.581	75.326	1,0	345.810	4,4	37.772	0,5	458.913	5,9
Depressão Cuiabana	4.517.836	41.758	0,9	508.594	11,3	311.500	6,9	861.864	19,1
Floresta de Cocais	7.480.748	0	0,0	259.662	3,5	26	0,0	259.692	3,5
Jequitinhonha	3.918.167	168.355	4,3	29.991	0,8	0	0,0	198.352	5,1
Paracatu	9.362.563	90.287	1,0	72.313	0,8	0	0,0	162.602	1,7
Paraná Guimarães	36.452.115	218.729	0,6	393.032	1,1	656.244	1,8	1.268.007	3,5
Parnaguá	4.600.268	529.361	11,5	437.839	9,5	300	0,0	967.521	21,0
Planalto Central	16.955.041	342.355	2,0	1.639.860	9,7	40.537	0,2	2.022.764	11,9
Serra da Canastra	1.209.278	186.668	15,4	0	0,0	0	0,0	186.683	15,4
Vão do Paraná	2.061.510	19.408	0,9	40.254	2,0	0	0,0	59.665	2,9
Total	203.939.569	5.666.041	2,8	9.858.234	4,8	9.572.942	4,7	25.097.225	12,3



Legenda

- | | | |
|---|--|--|
| Terras Indígenas | 7, Chapada dos Parecis | 14, Jequitinhonha |
| Ecorregiões do Bioma Cerrado | 8, Chapadão do São Francisco | 15, Paracatu |
| 1, Alto Parnaíba | 9, Complexo Bodoquena | 16, Paraná Guimarães |
| 2, Alto São Francisco | 10, Costeiro | 17, Parnaguá |
| 3, Araguaia Tocantins | 11, Depressão Cárstica do São Francisco | 18, Planalto Central |
| 4, Bananal | 12, Depressão Cuiabana | 19, Serra da Canastra |
| 5, Basaltos do Paraná | 13, Floresta de Cocais | 20, Vão do Paraná |
| 6, Bico do Papagaio | | |

Figura 14 - Distribuição das Terras Indígenas nas ecorregiões do bioma Cerrado.

As porcentagens de áreas protegidas nas ecorregiões variaram de 1,7% (Paracatu) a 53,8% (Bananal) (Figura 15). Onze delas apresentaram percentual de áreas protegidas superior a 10% (Alto Parnaíba, Araguaia Tocantins, Bananal, Chapada dos Parecis, Chapadão do São Francisco, Complexo Bodoquena, Costeiro, Depressão

Cuiabana, Parnaguá, Planalto Central e Serra da Canastra). As ecorregiões Costeiro e Bananal, com 52,8% e 53,8%, são, de longe, as que apresentaram as maiores porcentagens de áreas protegidas. As demais possuem, no máximo, 28% de áreas protegidas. A ecorregião Bananal é a que possui maior quantidade de área protegida, graças à presença de duas extensas áreas de proteção, o Parque Nacional do Araguaia e a TI Inawebohona. As ecorregiões de Paracatu e Vão do Paranã, respectivamente com 1,7% e 2,9% de áreas protegidas, destacam-se negativamente, pois são as ecorregiões que possuem os menores percentuais de áreas preservadas.

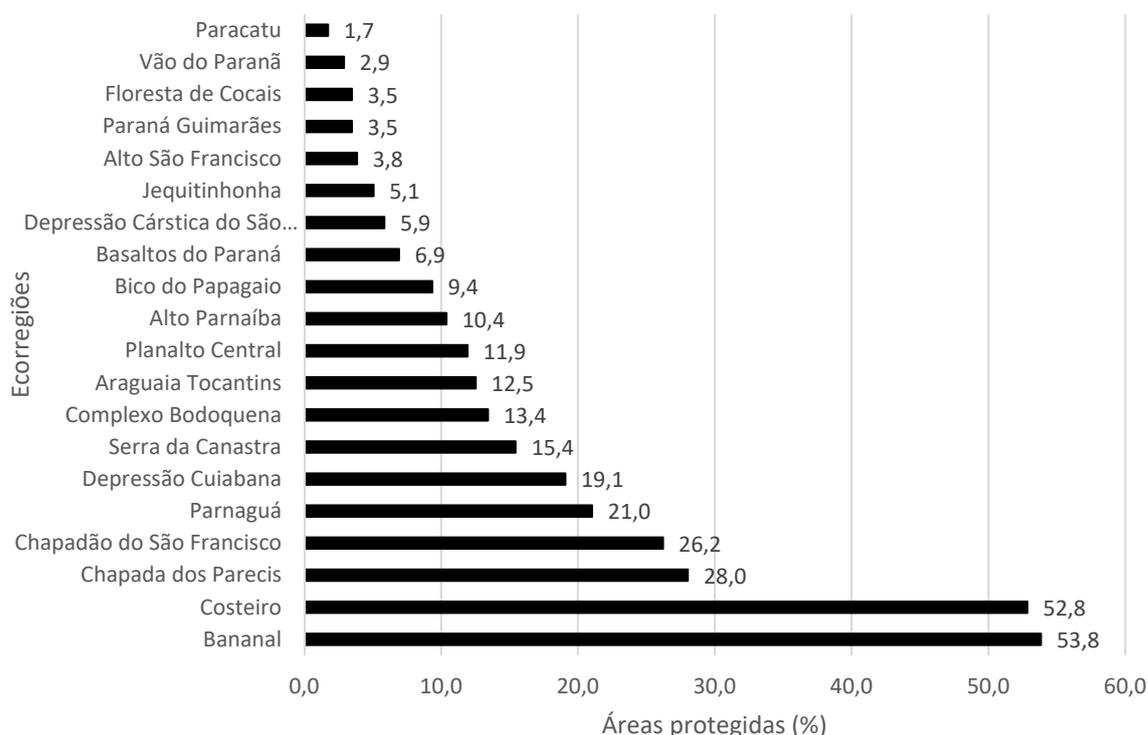


Figura 15 – Porcentagem de áreas protegidas encontradas em cada ecorregião do Cerrado.

As ecorregiões Depressão Cárstica do São Francisco e Chapada dos Parecis possuem extensões de áreas protegidas relativamente grandes (26,2% e 28,0%, respectivamente) (Figura 16). Esse fato é bastante relevante, pois essas duas ecorregiões são hospedeiras de extensos chapadões, com produção intensiva de grãos (IBGE, 2017). Municípios que se destacam pelos extensos cultivos de grãos com elevada produtividade, notadamente, soja, milho e algodão se localizam nessas ecorregiões. São os casos de Luís Eduardo Magalhães/BA na Depressão Cárstica do São Francisco e de Lucas do Rio Verde/MT e Sinop/MT na Chapada dos Parecis. Isto demonstra que a relação entre produção de alimentos e energia e porcentagem de área protegida nem sempre é

inversamente proporcional, sendo assim possível de acreditar que em uma determinada ecorregião, a produção agrícola pode coexistir com conservação da biodiversidade.

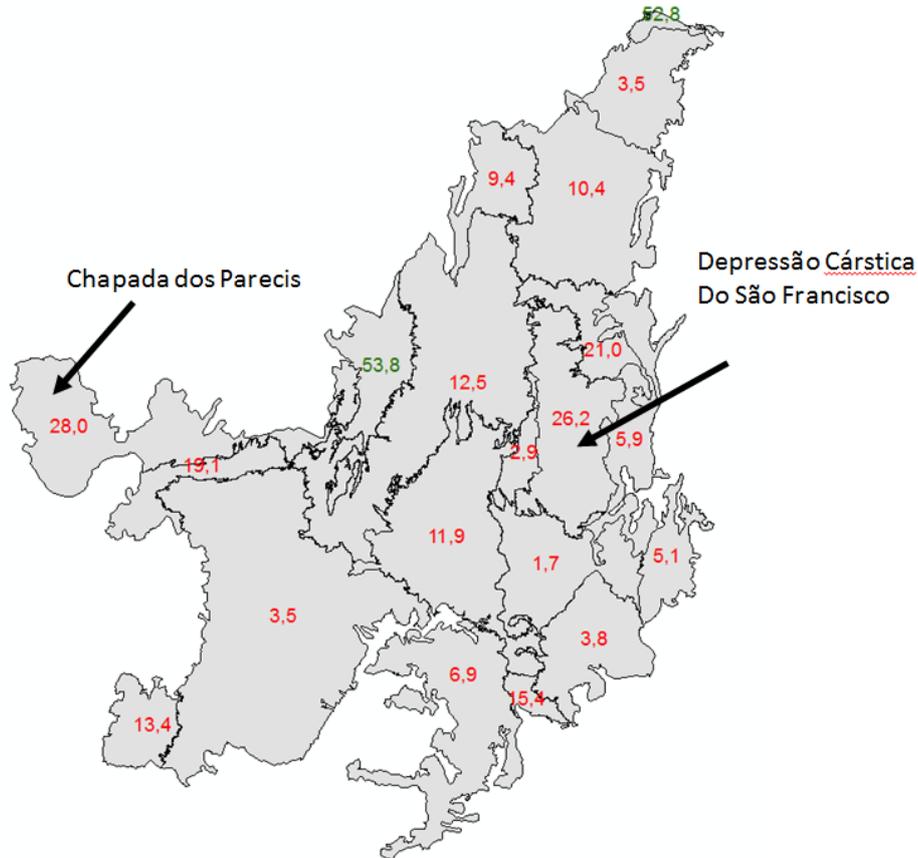


Figura 16 - Distribuição espacial do percentual de áreas protegidas por ecorregiões do bioma Cerrado.

4.1.2 PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Os resultados do mapeamento de áreas antropizadas em 174 unidades amostrais de APPs ao longo das drenagens indicaram que 24,4% das APPs estão antropizadas (Tabela 6). Dentre as 20 ecorregiões, o passivo ambiental variou de 0,7 a 85,6% (Bananal e Depressão Cárstica do São Francisco, respectivamente) (Figura 17 e Figura 18).

Tabela 6 – Quantificação de áreas ocupadas por diferentes classes de uso e cobertura da terra nas 174 unidades amostrais de APPs ao longo das drenagens.

Classes	Área	
	(ha)	(%)
Área antropizada	6815,53	24,02
Área edificada	109,94	0,39
Formação florestal	16346,31	57,61
Formação não florestal	5086,44	17,93
Silvicultura	15,02	0,05
Total	28373,23	100,00

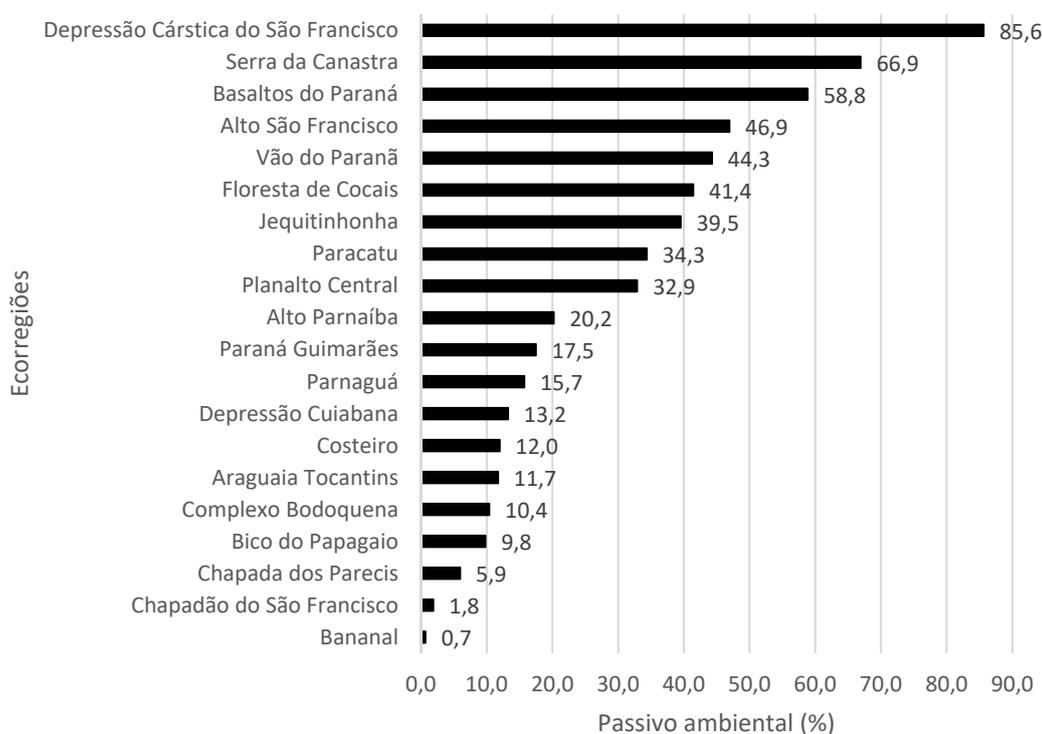


Figura 17 – Porcentagem de passivos ambientais dentro de APPs encontrados nas 20 ecorregiões do Cerrado.

A unidade Bananal é a que possui maior percentual de APP preservada, com apenas 0,7% das APPs sem vegetação nativa (Figura 17). Isso, possivelmente, é decorrente do fato de que aproximadamente 53% da sua área total é coberta por UCs e TIs. A que possui o maior passivo ambiental é a Depressão Cárstica do São Francisco, com 85,6% das APPs sem cobertura vegetal original. Em resumo:

- 10 ecorregiões possuem passivo ambiental inferior a 20%;
- 13 ecorregiões possuem passivo ambiental inferior a 40%; e
- 17 ecorregiões possuem passivo ambiental inferior a 50%.

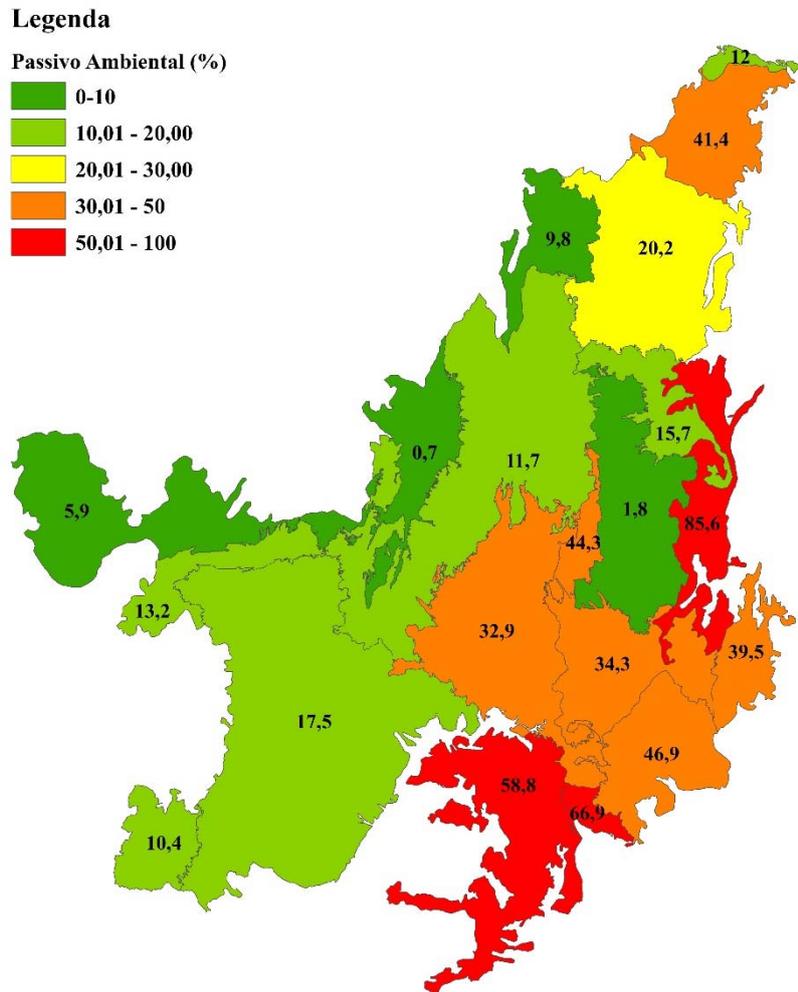


Figura 18 – Distribuição espacial dos passivos ambientais por ecorregiões do Bioma Cerrado.

As APPs são fundamentais para a preservação dos recursos hídricos, da flora e da fauna (SKORUPA, 2003). Além disso, elas também têm uma função ambiental muito importante de proteger espaços de relevante importância para a conservação da qualidade ambiental, promovendo a estabilidade geológica, a proteção do solo e o bem-estar da população (SCHÄFFER, 2011). As APPs, com a sua cobertura vegetal protegida, exercem efeito tampão, reduzindo o carreamento de sedimentos e poluentes para os rios (SCHÄFFER, 2011). Quando se altera a cobertura vegetal, além da perda de área original

do habitat, ocorrem ainda alterações nos recursos hídricos e no microclima, podendo levar a alterações na composição e abundância de espécies. Isso pode levar a alterações estruturais ou até à perda de processos naturais (FLYNN et al., 2015).

De acordo com Metzger (2010), limiar de percolação é a quantidade mínima de habitat necessária em uma determinada paisagem para que uma espécie que não tem capacidade de sair do seu habitat possa cruzar a paisagem de uma ponta a outra. Segundo Andrén (1994), o limiar de percolação deve girar em torno de 60-70%, ou seja, as áreas devem possuir no mínimo 60% do seu habitat original para que a paisagem tenha uma estrutura adequada para fins de conservação. Valores mais baixos de cobertura nativa ainda podem resultar em estruturas desfavoráveis para conservação (METZGER, 2001).

Analisando o resultado da composição das APPs sobre um olhar da ecologia da paisagem e levando em consideração o limiar de percolação, conclui-se que as APPs do Cerrado possuem, em média, valores acima do limiar de percolação mínimo de 60%, ou seja, essas áreas ainda possuem as características necessárias para a subsistência da biodiversidade local. Treze ecorregiões (Alto Parnaíba, Araguaia Tocantins, Bananal, Bico do Papagaio, Chapada dos Parecis, Chapadão do São Francisco, Complexo Bodoquena, Costeiro, Depressão Cuiabana, Jequitinhonha, Paracatu, Paraná Guimarães, Parnaguá e Planalto Central) apresentaram percentuais acima do limiar de percolação (Tabela 7). As outras sete ecorregiões (Alto São Francisco, Basaltos do Paraná, Depressão Cárstica do São Francisco, Floresta de Cocais, Serra da Canastra e Vão do Paranã) estão com APPs com valores abaixo do limiar de percolação.

Quando uma região se encontra com valores abaixo do limiar de percolação, há uma tendência de uma mudança brusca na estrutura da paisagem, com redução no tamanho dos fragmentos e aumento no isolamento destes que conseqüentemente acarretam perda de conectividade da paisagem (METZGER e DÉCAMPS, 1997). Essa perda resulta em paisagens fragmentadas, com baixa capacidade de manter a diversidade biológica. Assim, a diversidade biológica das APPs das ecorregiões Alto São Francisco, Basaltos do Paraná, Depressão Cárstica do São Francisco, Floresta de Cocais, Serra da Canastra e Vão do Paranã podem estar comprometidas, demandando ações para recuperação das mesmas.

Tabela 7 – Quantidade de unidades amostrais e suas respectivas proporções de área conservada e alterada nas APPs ao longo de drenagens.

Ecorregião	Quantidade de UA	Área Antropizada (ha)	Área Antropizada (%)	Vegetação Nativa (ha)	Vegetação Nativa (%)	Área total
Alto Parnaíba	9	132,71	20,19	524,47	79,81	657,17
Alto São Francisco	6	907,87	46,93	1026,57	53,07	1934,44
Araguaia Tocantins	27	575,63	11,70	4342,57	88,30	4918,21
Bananal	5	1,73	0,65	266,04	99,35	267,77
Basaltos do Paraná	15	1396,93	58,83	977,61	41,17	2374,54
Bico do Papagaio	4	48,71	9,77	449,85	90,23	498,56
Chapada dos Parecis	14	94,70	5,93	1500,94	94,07	1595,64
Chapadão do São Francisco	7	59,55	1,84	3168,64	98,16	3228,19
Complexo Bodoquena	4	70,13	10,37	605,96	89,63	676,08
Costeiro	1	8,71	11,96	64,07	88,04	72,78
Depressão Cárstica do São Francisco	4	367,20	85,62	61,67	14,38	428,87
Depressão Cuiabana	6	141,97	13,23	931,11	86,77	1073,09
Floresta de Cocais	4	110,18	41,42	155,86	58,58	266,04
Jequitinhonha	4	419,32	39,50	642,30	60,50	1061,62
Paracatu	11	700,89	34,33	1340,69	65,67	2041,58
Paraná Guimarães	30	613,39	17,46	2900,05	82,54	3513,44
Parnaguá	3	35,24	15,71	189,05	84,29	224,30
Planalto Central	15	1036,90	32,88	2116,35	67,12	3153,25
Serra da Canastra	1	139,25	66,89	68,92	33,11	208,17
Vão do Paraná	1	79,47	44,28	100,02	55,72	179,50
Total Geral	***	6940,48	24,46	21432,75	75,54	28373,23

Observando espacialmente a distribuição das ecorregiões em relação à quantidade de passivo ambiental (Figura 18), nota-se uma tendência dos passivos ambientais mais altos se concentrarem na região sudeste do Cerrado, notadamente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, coincidindo com as áreas com maior ocupação agrícola do bioma. Porém, a ecorregião que engloba a mesorregião do oeste da Bahia (Chapadão do São Francisco), com intensa produção agrícola, apresentou baixo passivo ambiental.

4.2 DISCUSSÕES

A expansão das atividades socioeconômicas tem sido a principal responsável pela modificação e/ou destruição dos habitats naturais (PIRES et al., 2006). Todos os tipos de vegetação têm, em comum, o fato de já terem ocorrido em áreas contínuas. Ao longo do tempo, essas áreas foram se transformando progressivamente em áreas remanescentes menores, isoladas umas das outras (OLIFIERS & CERQUEIRA, 2006). Esse processo, conhecido atualmente como fragmentação de habitats, é uma das principais ameaças atuais à biodiversidade global (LAURENCE & BIERREGAARD, 1997). O processo de fragmentação se inicia com a perda de parte do habitat original e formação dos fragmentos. A natureza, velocidade, duração e intensidade dessa sequência de acontecimentos variam conforme o aspecto inicial da paisagem e as pressões antrópicas da região (OLIFIERS & CERQUEIRA, 2006).

Segundo os dados do TerraClass Cerrado, o bioma Cerrado possui atualmente 54% de cobertura natural, demonstrando que o processo de fragmentação encontra-se em estágio avançado. Segundo Faleiro et al. (2013), algumas previsões mostram um cenário sombrio para a vegetação nativa desse bioma num futuro próximo. As altas taxas de desmatamento e a consequente fragmentação, típicas das regiões tropicais, são as principais causas de perda de biodiversidade, afetando alguns dos países mais diversos do ponto de vista biológico (VIÉ et al., 2009).

As UCs e TIs se configuram como importantes mecanismos de proteção socioambiental (RICKETTS et al., 2010). Elas cumprem uma função muito importante no bioma no que se refere à contenção do desmatamento no interior dessas áreas protegidas (FERREIRA et al., 2005). No entanto, embora as TIs sejam consideradas protegidas, o uso dentro dessas áreas nem sempre tem cunho conservacionista. Há situações onde a área se encontra bastante conservada e outras que são bastante

degradadas. Dessa forma, essas áreas, junto com as UCs de uso sustentável, as quais têm usos mais permissivos e, conseqüentemente, maior probabilidade de antropização, nem sempre são bons exemplos de conservação da biodiversidade.

A redução do desmatamento é variável, de acordo com a categoria das unidades de conservação (proteção integral ou uso sustentável) e com a esfera administrativa (municipal, estadual ou federal). Segundo Vitel et al. (2009), as áreas protegidas com melhor eficácia são as TIs e as UCs federais de proteção integral. Em 2010, reconhecendo a importância das áreas protegidas para a conservação da natureza e seus serviços, a CBD estabeleceu um objetivo de proteger 17% das áreas terrestres, conforme mencionado anteriormente. Até o momento, aproximadamente 15% das terras globais são protegidas (UNEP-WCMC & UICN 2016), enquanto no Cerrado, segundo os dados utilizados nesse estudo, apenas 12,3% da sua área se encontram protegidas.

O objetivo de alcançar a meta de 17% de áreas conservadas parece viável, mas é importante ressaltar que, dentro desses 12,3% de área protegida do Cerrado, muitas são de uso sustentável que se encontram em áreas urbanas ou não representam mais os ecossistemas originários. Segundo França et al. (2015), 85% das áreas protegidas do Cerrado são APAs e, apesar de elas geralmente serem maiores que as áreas protegidas de uso mais restritivo, geralmente são criadas próximo ou mesmo dentro das áreas urbanas, portanto, ineficazes na prevenção do desmatamento. As APAs se encontram na categoria VI da IUCN e, portanto, possuem baixos custos sociais, políticos e econômicos, uma vez que não há desapropriações e as restrições ao uso da terra são bastante reduzidas (FRANÇOSO et al., 2015).

Segundo Dinerstein et al. (2017), o percentual de 17% de área de conservação proposto pela CBD não é um valor definido com base científica, ou seja, essa porcentagem não necessariamente seria adequada para todas as espécies ou ecossistemas que deveriam ser protegidos para a conservação da biodiversidade global. Em contrapartida, estudos como o de Pressey et al. (2003), Noss et al. (2012) e O'Leary et al. (2016) demonstraram cientificamente que a meta de 50% de áreas protegidas é mais adequada para alcançar uma conservação da biodiversidade abrangente. Mais recentemente, Wilson (2016), baseado na análise de extinção em relação à área de perda de habitat natural, que é uma das maiores preocupações para habitats ricos em espécies endêmicas como o Cerrado, reforçou que a proteção da metade dos ecossistemas terrestres seria realmente adequada.

Apesar do Cerrado possuir cerca de 54% de cobertura vegetal natural, isto não necessariamente representa os ecossistemas originais. Em outras palavras, a biodiversidade encontrada nesse bioma pode estar em uma situação perigosa, com grandes chances de algumas espécies já terem se extinguido devido à degradação da sua vegetação natural.

As ecorregiões são consideradas referências para o desenvolvimento de políticas públicas para conservação da natureza e para o planejamento biorregional (ARRUDA, 2003), pois elas são definidas considerando os dados de endemismo de espécies e outras variáveis como solos e geomorfologia (OLSON et al., 2001). Olhando de forma individualizada para as ecorregiões, observa-se que a maioria possui mais de 30% de sua área antropizada e 25% delas (cinco ecorregiões) já possuem mais de 50% de área convertida. A ecorregião Basalto do Paraná é a que se encontra mais antropizada, restando apenas 21% de sua área com cobertura vegetal natural. Segundo Arruda (2003), nela é encontrada uma espécie endêmica e outra restrita, mostrando a importância da conservação desta unidade. As APPs ao longo das drenagens da ecorregião Basalto do Paraná estão com passivo ambiental elevado (aproximadamente 60% das APPs). A ecorregião com as APPs mais alteradas é a Depressão Cárstica do São Francisco, com quase 90% de passivo ambiental.

A manutenção da vegetação natural, como um todo, é bastante importante para a preservação de ecossistemas, especialmente as que estão ao longo das drenagens, para a manutenção dos recursos hídricos da região. Seis ecorregiões (Depressão Cárstica do São Francisco, Serra da Canastra, Basaltos do Paraná, Alto São Francisco, Vão do Paraná e Floresta de Cocais) se encontram com mais de 40% de sua área de APP antropizada, merecendo atenção especial. A Serra da Canastra, que abrange parte das nascentes dos rios São Francisco e Paranaíba, bem como importantes afluentes do rio Grande, está entre as ecorregiões com as APPs mais alteradas do Cerrado. A Serra da Canastra, apesar de ter uma área considerável de áreas protegidas, também possui áreas antropizadas elevadas (54,7%), não seguindo o padrão da maioria das outras unidades, isto é, quanto maior as áreas protegidas, menores são as áreas antropizadas.

As ecorregiões com menores porcentagens de áreas antropizadas e com as maiores porcentagens de áreas protegidas se localizaram, em sua maioria, na região do MATOPIBA, considerada a nova fronteira agrícola do país. Segundo Pitta e Vega (2017), a expansão do MATOPIBA já apresenta problemas ambientais relacionados com desmatamento excessivo e poluição das águas. Apesar das APPs estarem relativamente

conservadas e possuem considerável proporção de áreas protegidas, essas ecorregiões já estão sendo afetadas e seguindo o mesmo caminho das outras que foram alteradas até quase a exaustão. As ecorregiões nessa região devem ter uma atenção especial.

É importante salientar também, que apesar das ecorregiões localizadas no MATOPIBA possuem as menores porcentagens de áreas antropizadas quando analisadas, as UCs têm um papel muito importante nisso. Onde se localizam os maiores maciços florestais são exatamente nessas áreas em todas as ecorregiões encontradas no MATOPIBA. O mesmo ocorre na unidade Chapada dos Parecis onde o cenário é ainda pior.

A Chapada dos Parecis está localizada numa área conhecida pela grande produção de grãos e se encontra bastante degradada. Quando tirado as áreas referentes as unidades de conservação, esta unidade possui aproximadamente 60% de área antropizada, sendo quase o dobro do valor obtido quando avaliado com as unidades de conservação. Sendo assim, esta ecorregião também deve ter uma atenção especial.

Dados de uso e cobertura da terra, áreas protegidas e passivos ambientais são importantes parâmetros para se estabelecer uma ordem de prioridade das ecorregiões para ações de conservação da biodiversidade. Estes parâmetros, juntamente com outros, são utilizados na metodologia de criação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade do MMA (CAPOBIANCO, 2001). Neste estudo, buscou-se estabelecer uma ordem de prioridade das ecorregiões para ações de conservação da biodiversidade. Para isso, as seguintes premissas foram consideradas: quanto maior a área antropizada, maior a sua prioridade; quanto menor a quantidade de áreas protegidas, maior a prioridade; e quanto maior a quantidade de passivos ambientais, maior a prioridade.

A escala de prioridade variou entre 0 a 1, onde a prioridade zero seria uma situação hipotética em que uma determinada ecorregião estaria com 0% de área antropizada, 100% de áreas protegidas e 0% de passivo ambiental. Inversamente, a prioridade seria um para uma ecorregião hipotética com 100% de área antropizada, 0% de áreas protegidas e 100% de passivo ambiental. O resultado final é mostrado na Tabela 8 e Figura 19.

A ecorregião Basaltos do Paraná é a que deve ter a maior prioridade em ações para conservação da biodiversidade. Esta unidade encontra-se bastante antropizada, possui poucas áreas protegidas e seus passivos ambientais estão bastante elevados. Em seguida, vem as ecorregiões Depressão Cárstica do São Francisco, Serra da Canastra, Alto São Francisco e Vão do Paraná. Por outro lado, as ecorregiões do Bananal, Costeiro,

Parnaguá e Chapadão do São Francisco foram as que apresentaram as menores prioridades, segundo a metodologia adotada para definição das prioridades.

Tabela 8 – Variáveis e resultado da análise de ordem de prioridade de ações para conservação da biodiversidade.

Ecorregiões	Área antropizada (%)	Áreas protegidas (%)	Passivo ambiental (%)	Prioridade
Basaltos do Paraná	71,67	6,92	58,83	0,75
Depressão Cárstica do São Francisco	33,31	5,85	85,62	0,71
Serra da Canastra	51,86	15,44	66,90	0,68
Alto São Francisco	44,93	3,85	46,93	0,63
Vão do Paranã	45,57	2,89	44,28	0,62
Paraná Guimarães	61,89	3,48	17,46	0,59
Paracatu	42,35	1,74	34,33	0,58
Planalto Central	50,67	11,93	32,88	0,57
Floresta de Cocais	20,12	3,47	41,42	0,53
Jequitinhonha	20,21	5,06	39,50	0,52
Complexo Bodoquena	48,67	13,42	10,37	0,49
Araguaia Tocantins	37,11	12,53	11,70	0,45
Depressão Cuiabana	37,47	19,08	13,23	0,44
Alto Parnaíba	19,95	10,39	20,19	0,43
Bico do Papagaio	25,89	9,35	9,77	0,42
Chapada dos Parecis	35,89	28,03	5,93	0,38
Chapadão do São Francisco	29,14	26,21	1,84	0,35
Parnaguá	10,14	21,03	15,71	0,35
Costeiro	2,65	52,85	11,96	0,21
Bananal	15,03	53,84	0,65	0,21

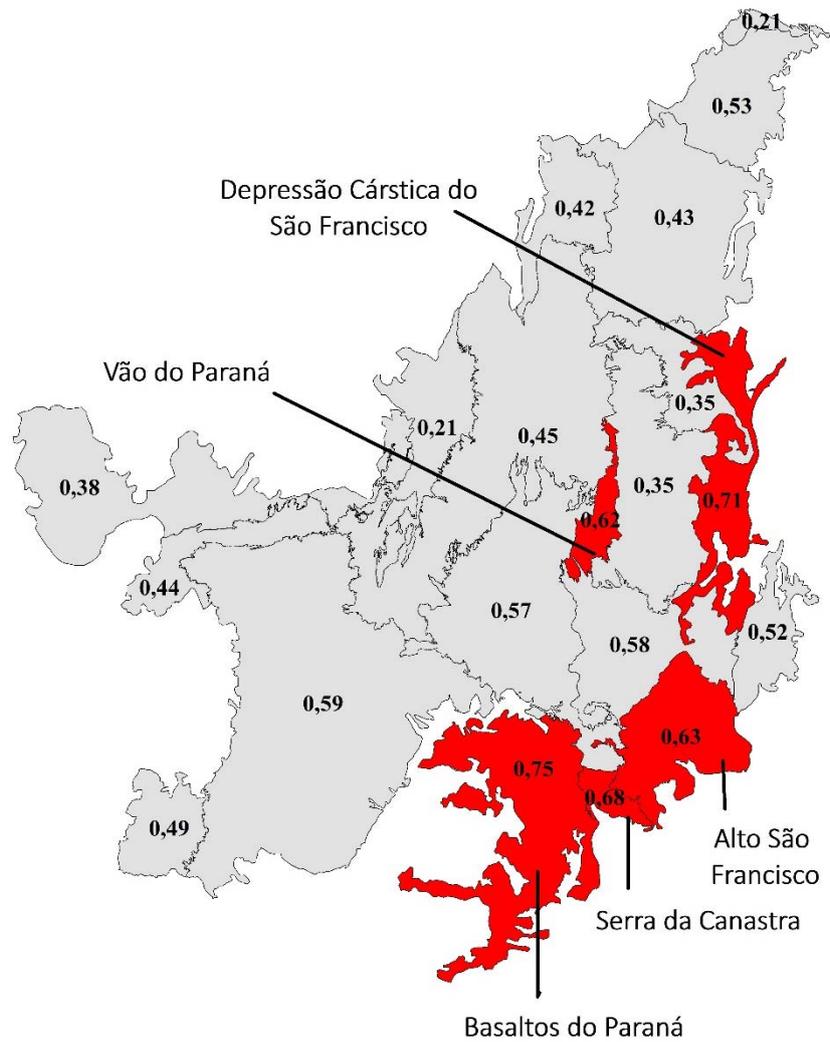


Figura 19 - Distribuição espacial da ordem de prioridade de ações para conservação da biodiversidade por ecorregiões do Bioma Cerrado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão da estrutura da paisagem é fundamental para a tomada de nas ações de conservação, restauração e uso da terra. O objetivo desse estudo foi analisar as ecorregiões do Cerrado em termos de áreas antropizada, áreas protegidas e passivo ambiental. Os resultados dessa pesquisa indicaram que:

- As ecorregiões Costeiro, Bananal, Chapada dos Parecis, Chapadão do São Francisco, Parnaguá e Depressão Cuiabana são as que possuem as maiores áreas protegidas por unidades de conservação e terras indígenas;
- As ecorregiões Depressão Cárstica do São Francisco, Serra da Canastra, Basaltos do Paraná, Alto São Francisco, Vão do Paranã e Floresta de Cocais são as que possuem as maiores áreas de passivo ambiental em APPs ao longo das drenagens; e
- As ecorregiões localizadas na região do MATOPIBA, considerada a mais nova fronteira agrícola do Cerrado, são as menos alteradas, porém, há uma grande concentração de uso antrópico principalmente na porção sul da ecorregião Alto Parnaíba, mais especificamente, em terrenos planos e extensos denominados de chapadões.

A representatividade atual das UCs em 14 ecorregiões (Serra da Canastra, Complexo Bodoquena, Araguaia Tocantins, Planalto Central, Alto Parnaíba, Bico do Papagaio, Basaltos do Paraná, Depressão Cárstica do São Francisco, Jequitinhonha, Alto São Francisco, Floresta de Cocais, Paraná Guimarães, Vão do Paranã e Paracatu) está abaixo da meta nacional de 17%, considerada como a porcentagem mínima para garantir a conservação da biodiversidade. Portanto, o foco de criação de novas áreas protegidas deveria privilegiar essas ecorregiões.

A análise integrada dos dados de área antropizada, área protegida e passivo ambiental mostrou que as ecorregiões Basaltos do Paraná, Depressão Cárstica do São Francisco, Serra da Canastra, Alto São Francisco e Vão do Paranã são as que devem ter maior prioridade nas ações relacionadas à conservação da biodiversidade.

6 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia**, n. 52, p. 1-22, 1977.

ALHO, C. R. J.; MARTINS, E. S. **De grão em grão, o Cerrado perde espaço**. Brasília: WWF, 1995, 66 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMPA. Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão; APROSOJA-MT. Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso; EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Desafios do cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade**. Cuiabá: Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 20 out. 2017.

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, n. 3, p. 355-366, 1994.

ARRUDA, M. B. **Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil. O caso do bioma Cerrado**. 178 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2003.

ARRUDA, M. B.; PROENÇA, C. E. B.; RODRIGUES, S. C.; CAMPOS, R. N.; MARTINS, R. C.; MARTINS, E. S. Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.;

RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, p. 229-272.

BAER, W. **The Brazilian Economy: Growth and Development**. Boulder: Lynne Rienner Publishers, 2008.

BAILEY, R. G. **Ecoregions: the ecosystem geography of the oceans and continents**. Nova York: Springer-Verlag, 1998, 176 p.

BAILEY, R. G. **Ecosystem geography**. Nova York: Springer-Verlag, 1996, 204 p.

BAILEY, R. **The ecoregions of the United States**. Odgen: USDA Forest Service, 1976.

BAKER, D. J.; HARTLEY, A. J.; BURGESS, N. D.; BUTCHART, S. H. M.; CARR, J. A.; SMITH, R. J.; BELLE, E.; WILLIS, S. G. Assessing climate change impacts for vertebrate fauna across the West African protected area network using regionally appropriate climate projections. **Diversity and Distributions**, v. 21, n. 9, p. 991-1003, 2015.

BELTRÁN, F. **Indigenous and Traditional Peoples and Protected Areas: Principles, Guidelines and Case Studies**. Gland e Cambridge: IUCN; WWF, 2000.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116-127, 2015.

BRAGANÇA, A. **The Causes and Consequences of Agricultural Expansion in Matopiba**. Working Paper, Input, 2016, 28 p.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W. C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 2, p. 249-266, 2006.

BRANNSTROM, C.; FILIPPI, A. M. Remote classification of Cerrado (savanna) and agricultural land covers in northeastern Brazil. **Geocarto International**, v. 23, n. 2, p. 109-134, 2008.

CAPOBIANCO, J. P. R. **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. Instituto Socioambiental, 2001, 540 p.

CASES, M. O.; RAMOS, A.; PINTO, A.; PELLIN A.; GUIMARÃES NETO, A. S. G. et al. **Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação**. Brasília: WWF-Brasil, 2012.

CERDAS, G. **A dupla serpente: Estado e agroindústria sucroenergética brasileira na construção de uma nova matriz de inserção global (2003-2014)**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

COETZEE, B. W. T.; GASTON, K. J.; CHOWN, S. L. Local scale comparisons of biodiversity as a test for global protected area ecological performance: A meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 9, n. 8, p. 1–10, 2014.

DIAS, A. C. **Plantas de cobertura do solo na atenuação da erosão hídrica no sul do estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012, 111 p.

DINERSTEIN, E. OLSON, D.; JOSHI, A.; VYNNE, C.; BURGESS, N. D. et al. An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. **BioScience**, v. 67, n. 6, p. 534–545, 2017.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D. M.; GRAHAM, D. J.; WEBSTER, A. L.; PRIMM, S. A.; BOOKBINDER, M. P.; LEDEC, G. **Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe**. Washington: WWF, 1995, 135 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa digital de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012.

FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. S. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007.

FALEIRO, F. V.; MACHADO, R. B.; LOYOLA, R. D. Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. **Biological Conservation**, v. 158, p. 248–257, 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization; JRC. Joint Reserch Center. **Global forest land-use change 1990–2005**. Forestry Paper No. 169. Roma: FAO, 2012.

FARR, T. G.; ROSEN, P. A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R. et al. The shuttle radar topography mission. **Reviews of Geophysics**, v. 45, n. 2, p. 1-33, 2007.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FERREIRA, L. V.; ARRUDA, M. B. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia Brasileira. In: **Biodiversidade na Amazônia Brasileira**. São Paulo: Ed. Estação Liberdade; Instituto Socioambiental, p. 268-289, 2001.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FLYNN, M. N; LOURO, M. P; MENDES, M. S. P.; GONZALEZ, R. C. Relações ecológicas entre fauna e flora das áreas de preservação permanente (APP) do Médio e Alto Tietê. **Revinter**, v. 8, n. 2, p. 38-93, 2015.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História**, v. 32, n. 2, p. 21-48, 2013.

FRANÇOSO, R. D. BRANDÃO, R.; NOGUEIRA, C.C.; SALMONA, Y. B.; MACHADO, R. B.; COLLI, G. R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity hotspot. **Natureza e Conservação**, v. 3, p. 35–40, 2015.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA. 2017.** Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html>>. Acesso: 20 dez. 2017.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil.** Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2017 Acesso: 10 out. 2016.

IBGE. **Mapas temáticos: geomorfologia. 2002.** Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geomorfologia>>. Acesso: 20 dez. 2017.

LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.** Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos hídricos do bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap. 4, p. 89-106.

LOVELAND, T. R.; MERCHANT, J. W. Ecoregions and ecoregionalization: geographical and ecological perspectives. **Environmental Management**, v. 34, p. S1-S13, 2004.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 243, 2000.

MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F. S. A. **Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro**. Brasília: MMA, 2011. 220 p.

MELILLO, J. M. LU, X.; KICKLIGHTER, D. W.; REILLY, J. M.; CAI, Y.; SOKOLOV, A. P. Protected areas' role in climate-change mitigation. **Ambio**, v. 45, n. 2, p. 133–145, 2016.

METZGER J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

METZGER, J. P. Effects of deforestation pattern and private nature reserves on the forest conservation in settlement areas of the Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1-2, p. 1-14, 2001.

METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: a hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologica**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.

MILLER, K.; Chang, E.; Johnson, N. **En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano**. World Resources Institute, 2001.

MIRANDA, E. E.; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. **Um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica Para o MATOPIBA**. Nota Técnica, Campinas, GITE/EMBRAPA, n. 1, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT2_SITEMatopiba.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 29 set. 2017a.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Protegidas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas>>. Acesso em: 29 set. 2017b.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 29 set. 2017c.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013**. MMA: Brasília, 2015. 67 p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado Sustentável**. Brasília: MMA, 2006.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília: MMA, 2010.

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

NOSS, R. F.; DOBSON, A. P.; BALDWIN, R.; BEIER, P.; DAVIS, C. R.; DELLASALA, D. A.; FRANCIS, J.; LOCKE, H.; NOWAK, K.; LOPEZ, R.; REINING, C.; TROMBULAK, S. C.; TABOR, G. Bolder thinking for conservation. **Conservation Biology**, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2012.

O'LEARY, B. C.; WINTHER-JANSON, M., BAINBRIDGE, J. M., AITKEN, J., HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. Effective coverage targets for ocean protection. **Conservation Letters**, v. 9, n. 6, p. 398-404, 2016.

OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (Orgs.). **Biologia da conservação: essências**, São Carlos, p. 261-279, 2006.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. D.; POWELL, G. V. N. et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. **BioScience**, v. 51, n. 11, p. 933, 2001.

OVIEDO. **Indigenous Conservation Territory: A new option for governance of protected áreas. 2008.** Disponível em: <<https://www.iucn.org/content/indigenous-conservation-territory-new-option-governance-protected-areas>>. Acessado em: 10 fev.2017.

PEREIRA, P. A. A.; MARTHA, G. B.; SANTANA, C. A.; ALVES, E. The development of Brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities. **Agriculture & Food Security**, v. 1, n. 1, p. 4, 2012.

PIELOU, E. C. Interpretation of paleoecological similarity matrices. **Paleobiology**, v. 5, n. 4, p. 435-443, 1979.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S.; BARROS, C. S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos, p. 231-260, 2006.

PITTA, F. T.; VEGA, G. C. **Impactos da Expansão do Agronegócio no MATOPIBA: Comunidades e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 2017, 80 p.

PRESSEY, R. L.; COWLING, R. M.; ROUGET, M. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. **Biological Conservation**, v. 112, n. 1-2, p. 99-127, 2003.

REZENDE, G. C. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia**. Brasília: IPEA, 2002, 28 p.

RICKETTS, T. H.; SOARES-FILHO, B.; FONSECA, G. A.; NEPSTAD, D.; PFAFF, A.; PETSONK, A.; ANDERSON, A.; BOUCHER, D.; CATTANEO, A.; CONTE, M.; CREIGHTON, K.; LINDEN, L.; MARETTI, C.; MOUTINHO, P.; ULLMAN, R.;

VICTURINE, R. Indigenous lands, protected areas, and slowing climate change. **PLoS Biology**, v. 8, n. 3, p. e1000331, 2010.

RICKETTS, Taylor H. **Terrestrial ecoregions of North America: a conservation assessment**. Island Press, 1999.

SANO, E. E. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal do bioma Cerrado: ano-base 2002**. Brasília: MMA, 2010.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado. Estratégias e Resultados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 33 p. (Documentos, 190).

SANO, S. M. A oferta ambiental do Cerrado e seu uso. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 3, p. 37–38, 2011.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. **Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado**. In: 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France, p. 1-7, 1998.

SASSEN, S. **Expulsões**. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

SCHÄFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S.; MEDEIROS, J. D. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011. 96 p.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (org.). **Cerrado Ecologia e Fauna**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SIMBERLOFF, D. Flagships, umbrellas, and keystones: is single species management pass in the landscape era? **Biological Conservation**, v. 83, p. 247-257, 1996.

SKORUPA, L. A. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, 2003.

SOBREVILA, C. **The Role of Indigenous Peoples in Biodiversity Conservation; The Natural but Often Forgotten Partners.** The World Bank, n. 44300, p. 102, 2008.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; DE SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 13-15, 2017.

TNC. The Nature Conservancy. **Planejando uma geografia de esperança: manual técnico para planejamento da conservação ecorregional.** Washington: The Nature Conservation, v. I e II, 2000.

TRABAQUINI, K.; GALVÃO, L. S.; FORMAGGIO, A. R.; DE ARAGÃO, L. E. O. C.; Soil, land use time, and sustainable intensification of agriculture in the Brazilian Cerrado region. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 2, p. 1-15, 2017.

UDVARDY, M. D. F.; UDVARDY, M. D. F. **A classification of the biogeographical provinces of the world.** Morges, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 1975.

UNEP. United Nations Environment Programme; WCMC. World Conservation Monitoring Centre; IUCN. International Union for Conservation of Nature. **Protected Planet Report 2016**, 2016.

VIÉ, J. C.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S. N. **Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species.** IUCN, 2009.

VITEL, C. S. M. N.; FEARNSIDE, P.; GRAÇA, P. M. L. A. Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte Sudoeste do Arco de Desmatamento. **Anais**

XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, p. 6377-6384, 2009.

WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M.; RIBEIRO, J. F. O conceito de savana e de seu componente Cerrado. **Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 19-45, 2008.**

WILSON, E. O. **Half-earth: our planet's fight for life.** WW Norton & Company, 2016.