



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Análise da evolução Espaço-Temporal da Paisagem Rural e Riscos
Ecológicos na porção da bacia do Alto Rio Preto inserida no
Distrito Federal**

Anderson Rodrigues Ribeiro

Brasília, 28 de julho de 2023

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Análise da Evolução Espaço-Temporal da Paisagem Rural e Riscos
Ecológicos na porção da bacia do Alto Rio Preto inserida Distrito
Federal**

Anderson Rodrigues Ribeiro

Orientadora: Dra. Potira Meirelles Hermuche

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília como requisito para a obtenção do título de bacharel e licenciado em Geografia.

BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL

Julho de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

RIBEIRO, ANDERSON RODRIGUES

Análise da Evolução Espaço-Temporal da Paisagem Rural e Riscos Ecológicos na porção da bacia do Alto Rio Preto inserida no Distrito Federal. 39 páginas.

Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas - Universidade de Brasília – UnB, 2023.

1. Zoneamento Ecológico Econômico – 2. Uso e cobertura da terra – 3.

Geoprocessamento

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Anderson Rodrigues Ribeiro

Julho de 2023

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Análise da Evolução Espaço-Temporal da Paisagem Rural e Riscos
Ecológicos na porção da bacia do Alto Rio Preto inserida no
Distrito Federal**

Anderson Rodrigues Ribeiro

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geografia da
Universidade de Brasília como requisito para a obtenção do título de bacharel e
licenciado em Geografia

Aprovado por:

Potira Meirelles Hermuche, Doutora (GEA-UNB)
(Orientador)

Vinicius Vasconcelos de Souza, Doutor (GEA-UNB)
(Examinador interno)

Eder Renato Merino, Doutor (GEA-UNB)
(Examinador interno)

Brasília-DF, 28 de julho de 2023

SUMÁRIO

1 RESUMO.....	8
2 INTRODUÇÃO.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.....	13
Figura 2: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	15
Figura 3: Evolução espaço-temporal dos usos na paisagem do Alto Rio Preto - DF	18
Figura 4: Evolução espaço-temporal da paisagem do Alto Rio Preto - DF no âmbito das coberturas Agropastoris e Áreas Antropizadas.....	19
Figura 5: Evolução da paisagem no Alto Rio Preto - DF no âmbito da cobertura vegetal natural.....	20
Figura 6: Relação entre declividade e Formações Campestres referentes a 1964 no Alto Rio Preto.....	24
Figura 7: Distribuição das culturas irrigadas por Pivô Central no Alto Rio Preto - DF em 1987 e 2021.....	26
Figura 8: Distribuição espacial dos Riscos Ecológicos observados na região do Alto Rio Preto - DF.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mudanças no uso e cobertura da terra no Alto Rio Preto - DF entre 1964 e 1987.....	20
Tabela 2: Mudanças no uso e cobertura da terra no Alto Rio Preto entre 1987 e 2021	22
Tabela 3: Quantificação dos níveis de intensidade dos Riscos Ecológicos do Alto Rio Preto - DF.....	28
Tabela 4: Valores absolutos e percentuais dos Riscos Ecológicos considerados Alto e Muito Alto em relação às classes de uso e cobertura.....	29
Tabela 5: Valores percentuais dos Riscos Ecológicos em áreas cobertas por Pivô Central em 2021.....	30

RESUMO

O Bioma Cerrado vem, há pelo menos 50 anos, passando por intensos processos de transformação da sua paisagem, onde observa-se importantes mudanças em decorrência da expansão de áreas de culturas agrícolas e pastagens. Tal como no contexto geral do bioma, a paisagem do Distrito Federal vem passando por mudanças expressivas em sua composição, com destaque para a região do alto curso do Rio Preto, afluente do Rio São Francisco, no trecho que compreende o território do Distrito Federal, que apresenta características predominantemente rurais. Considerando que o monitoramento das transformações que ocorrem nas bacias hidrográficas consiste em um aspecto crucial para sua gestão, este trabalho teve como objetivo analisar a evolução espaço-temporal da Paisagem Rural do Alto Rio Preto por meio do mapeamento de cobertura da terra para os anos de 1964, 1987 e 2021. Além disso, buscou analisar a relação entre os dados de cobertura atuais e os quatro Riscos Ecológicos designados pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal. Utilizou-se como metodologia a aplicação de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas. Como resultado, foi possível observar a ampla supressão da cobertura vegetal, que em 1964 apresentava cerca de 99% de cobertura da terra para uma configuração atual de 22% enquanto as culturas agrícolas e áreas antropizadas passaram de 1% de cobertura nos dados mais antigos para cerca de 76% nos dados mais recentes, com destaque para o grande acréscimo de sistemas de irrigação por Pivô Central. Dos quatro analisados o Risco Ecológico de Contaminação do Subsolo se mostrou como principal fator de fragilidade ambiental na área de estudo, com uma abrangência de 75% da área total. Concluiu-se que devem ser adotadas práticas de manejo adequadas, com base nos instrumentos normativos de zoneamento territorial e ambiental de modo que se possa assegurar usos do território compatíveis com suas respectivas fragilidades.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Zoneamento Ecológico Econômico, Uso e cobertura da terra, Gestão Territorial.

ABSTRACT

The Cerrado Biome has, for at least 50 years, been going through intense processes of transformation in its Landscape, where important changes can be observed as a result of the expansion of areas of agricultural crops and pastures. As in the general context of the biome, the landscape of the Federal District has undergone significant changes in its composition, with emphasis on the region of the upper course of the Rio Preto, a tributary of the São Francisco River, in the stretch that comprises the territory of the Federal District, which has predominantly rural characteristics. Considering that the monitoring of the transformations that occur in hydrographic basins are a crucial aspect for its management, this work aimed to analyze the space-time evolution of the Rural Landscape of Alto Rio Preto through the mapping of land cover for the years of 1964, 1987 and 2021. In addition, it sought to analyze the relationship between current coverage data and the four Ecological Risks designated by the Ecological-Economic Zoning of the Federal District. The application of Geographic Information Systems techniques was used as a methodology. As a result, it was possible to observe the broad suppression of vegetation cover, which in 1964 had about 99% of land cover for a current configuration of 22%, while agricultural crops and anthropized areas went from 1% of coverage in the oldest data to around 76% in the most recent data, highlighting the large increase in Center Pivot irrigation systems. Of the four analyzed, the Ecological Risk of Subsoil Contamination proved to be the main factor of environmental fragility in the study area, with a coverage of 75% of the total area. It was concluded that adequate management practices should be adopted, based on the normative instruments of territorial and environmental zoning so that the use of the territory compatible with its respective weaknesses can be ensured.

Key words: Geoprocessing, Ecological-Economic Zoning, Land Use and Land Cover, Territorial Management.

INTRODUÇÃO

Conhecer as formas de uso e ocupação da terra, bem como sua evolução ao longo do tempo é de suma importância para caracterizar a paisagem e auxiliar o planejamento de ações para o ordenamento territorial (PIRES *et al.*, 2016). Dessa maneira, o estudo das transformações da paisagem, por meio do mapeamento multitemporal do uso e cobertura da terra, se mostra essencial para a compreensão das dinâmicas espaciais e a distribuição dos recursos naturais e infraestruturas disponíveis (COSTA *et al.*, 2022).

A constante evolução das técnicas e aplicações de SIG (Sistema de Informações Geográficas) tem permitido a realização de trabalhos de mapeamento de uso e cobertura da terra de maneira cada vez mais rápida e eficiente. Muito disso se deve ao fato de que as fontes geradoras de informações espaciais têm experimentado significativos avanços, principalmente no que diz respeito aos produtos de sensoriamento remoto e tecnologias computacionais para manipulação de dados espaciais (ANJOS; ALBUQUERQUE; SOARES, 2002). Assim, as aplicações de SIG, no contexto das ferramentas geotecnológicas, possuem inúmeras funcionalidades na análise da paisagem, sendo de suma importância para análises geográficas de qualquer natureza (COSTA; SEABRA, 2019).

As informações espaciais geradas por estudos de análise da paisagem baseados em SIG possuem grande relevância ao poder público, pois permitem subsidiar processos de tomada de decisão, tal como a elaboração de zoneamentos ambientais e territoriais, no contexto da gestão e planejamento do território. Esses instrumentos constituem bases essenciais para o planejamento, pois estabelecem limites espaciais, onde se instituirão as ações de gestão (SILVA; RODRIGUEZ, 2014). Oliveira *et al.* (2014) acrescenta que o modo como as ocupações e transformações da paisagem ocorrem consiste em importantes informações a serem consideradas em planejamentos ambientais e territoriais.

No contexto do território brasileiro, destaca-se o bioma Cerrado que vem, há pelo menos 50 anos, passando por intensos processos de transformação da sua paisagem em decorrência da supressão da vegetação natural para implementação e expansão de infraestruturas urbanas e rurais, no contexto da modernização agropecuária, e esse processo resultou em rápidas mudanças no uso e cobertura da terra da região (BRASIL, 2013). Um dos principais vetores dessas mudanças se deu

em razão da transferência do Distrito Federal (DF) para a região Central do País. Nesse sentido, pode ser tomada como premissa que o monitoramento do espaço geográfico, sobretudo do bioma Cerrado, permite reconstruir a história de determinados fatos geográficos, permitindo a reinterpretação de processos ocorridos anteriormente, fornecendo elementos para a percepção de processos atuais, bem como verificação de tendências espaciais futuras (ANJOS, 2012).

Iniciativas de monitoramento e estudos de análise de transformações na paisagem no bioma Cerrado são de grande importância, devido ao fato deste estar no centro da expansão da fronteira agrícola nacional desde a década de 1970, apresentando altas taxas de desmatamento anuais (MARTINS; GALVANI, 2020).

No âmbito dos estudos sobre a paisagem do Cerrado e do Distrito Federal, podem ser observadas importantes contribuições baseadas na aplicação de técnicas de SIG, tais como no mapeamento de cobertura da terra a partir de imagens de aerofotogrametria (ANJOS; ALBUQUERQUE; SOARES, 2002), análise morfométrica como subsídio a mapeamentos pedológicos (HERMUCHE *et al.*, 2002), mapeamento geomorfológico a partir da análise de parâmetros morfométricos (BORGES *et al.*, 2007; SENA-SOUZA *et al.*, 2014), relação entre relevo e expansão de atividades agropastoris (NEVES *et al.*, 2015; ASSIS; COUTO JUNIOR; MARTINS, 2016), bem como a relação entre relevo e a dinâmica do uso e ocupação da terra (NEVES *et al.*, 2017), dentre muitas outras potencialidades.

Segundo Oliveira *et al.* (2014), estima-se que entre 40 e 65% da área do Cerrado tenha sido modificada em decorrência, principalmente, da expansão urbana e agropastoril. Atualmente as áreas de produção agropastoril ocupam cerca de 45% da área total do bioma. No DF, esses números correspondem a cerca de 42%, conforme informações do Projeto MapBiomas, uma rede colaborativa entre universidades e institutos de pesquisa que se dedicam a compreender os processos de ocupação desse bioma. Tais condições de modificações na cobertura da terra representam expressivos riscos aos ecossistemas desse bioma. Como exemplo, podem ser citados alguns como a perda de biodiversidade, fragmentação de habitats, desmatamento, poluição de rios, contaminação do subsolo por agroquímicos, dentre outros (KLINK *et al.*, 2008).

Na paisagem do DF, destaca-se a região da bacia hidrográfica do Rio Preto, em seu alto curso, que apresenta características predominantemente rurais, com a presença de agricultura irrigada por Pivô Central, e expressiva produção de grãos,

hortaliças e frutas (CODEPLAN, 2020). De acordo com Carneiro *et al.* (2007), esta região constitui-se como um espaço em transformação, cuja principal característica se dá pela modernização da base produtiva agropecuária, fortemente ancorada na produção de grãos.

De acordo com Piroli (2022), no âmbito da gestão de bacias hidrográficas, tem-se como aspectos cruciais o monitoramento das condições apresentadas pela bacia, bem como as transformações que ocorreram nela ao longo do tempo.

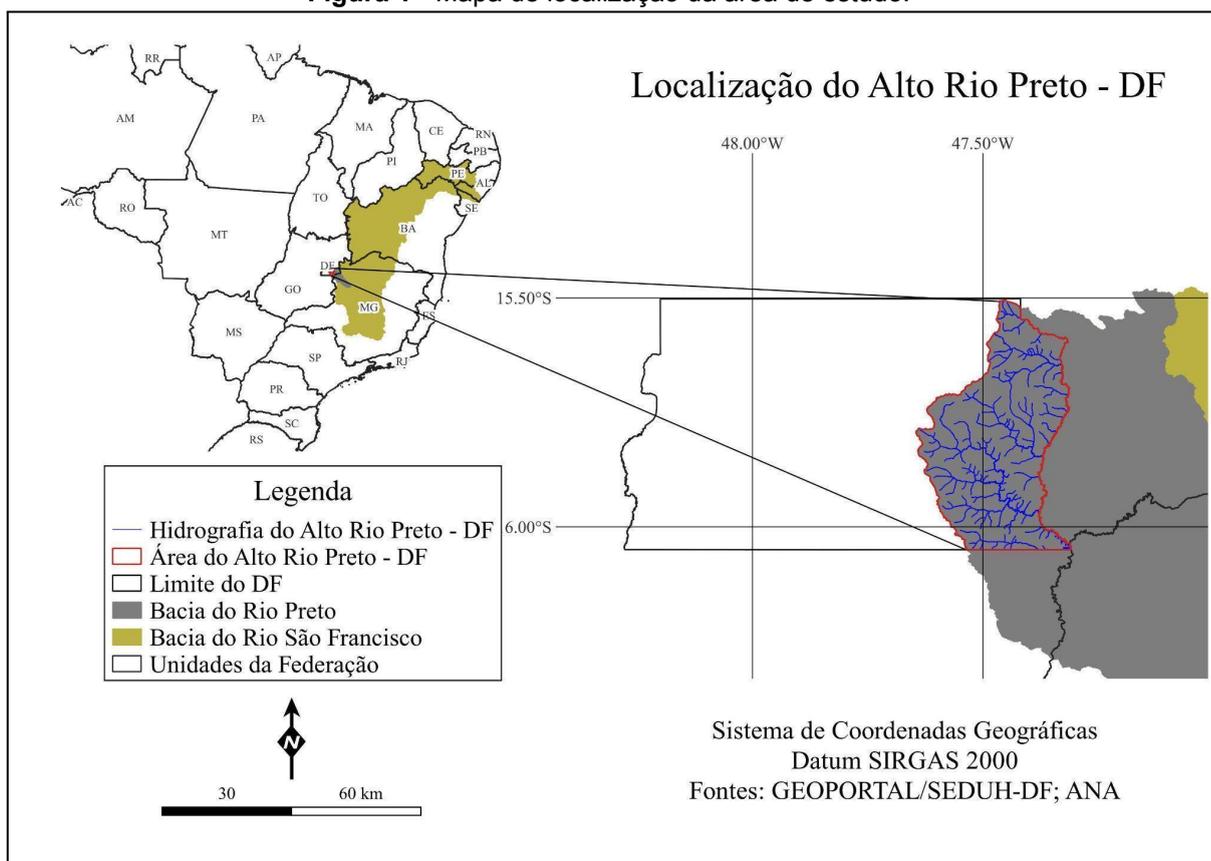
Em face do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a evolução espaço-temporal da paisagem rural do Alto Rio Preto no DF por meio da análise multitemporal, avaliando a situação atual das classes de uso e cobertura no contexto do zoneamento de Riscos Ecológicos providos pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal (ZEE-DF).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo analisará a área do Alto Rio Preto, localizada na porção leste do Distrito Federal (Figura 1), que compreende cerca de 1.330 km², correspondendo a 22,5 % da sua área total. A região em questão possui como característica principal a predominância de atividades agropastoris, com uso expressivo de Pivôs Centrais de irrigação, fato que, de acordo com Machado (2009), tem contribuído para a redução da disponibilidade hídrica para os usuários da bacia no período de estiagem.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: elaboração própria.

O clima da região, no sistema de classificação de Köppen, corresponde ao Aw - clima tropical de savana com inverno seco. Este apresenta forte sazonalidade, sendo o período entre outubro e março (estação chuvosa) o que concentra 90% das chuvas, enquanto o período entre abril e setembro (estação seca) não costuma registrar mais que 9 mm ao mês. O total da pluviosidade anual varia entre 1.100 mm e 1.600 mm (CODEPLAN, 2020). De acordo com Campos (2004), é observado por agricultores da região da bacia do Rio Preto, nos veranicos dos meses de janeiro, um efeito anômalo da distribuição das chuvas no DF, o que em certas ocasiões pode resultar na quebra da produção agrícola.

A geologia do Alto Rio Preto - DF compreende o Grupo Bambuí, que abrange cerca de 15% da área total do DF. Possui em sua composição metassiltitos laminados, metassiltitos argilosos e bancos de arcóseos, com cor de alteração rosada/avermelhada e com cor de rocha fresca em vários tons de verde (CAMPOS, 2004).

Em relação à geomorfologia, no Alto Rio Preto-DF predomina o compartimento Plano Intermediário, onde o relevo característico é suave ondulado,

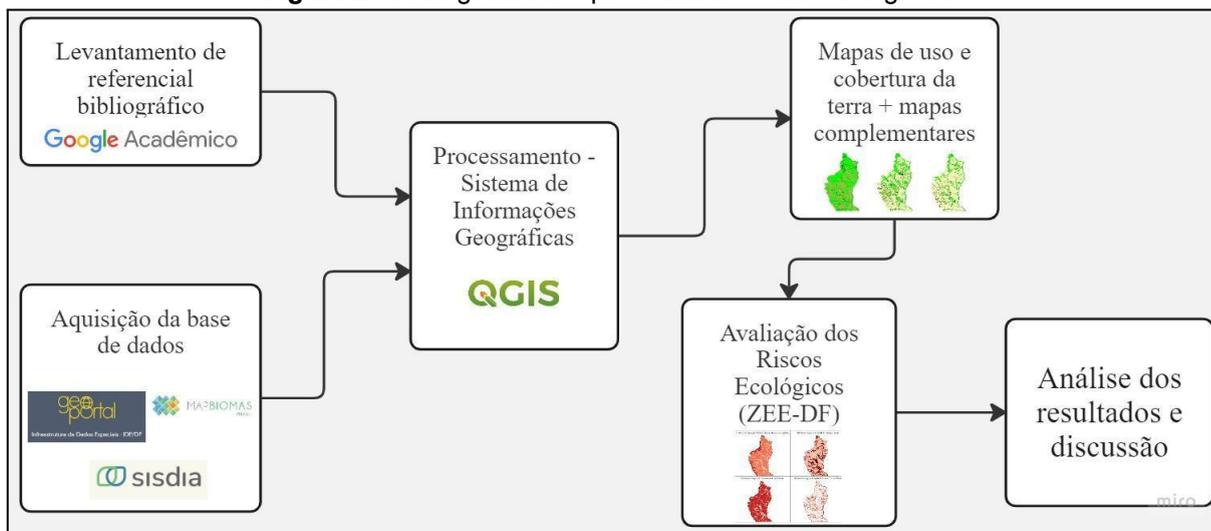
apresentando declividades inferiores a 12% e altitude entre 950 m e 1.050 m (CODEPLAN, 2020). Em relevos com essa característica, predominam a ocorrência de solos do tipo Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo (ARRUDA *et al.*, 2008).

A vegetação, entendida como uma síntese do meio (BERTRAND, 2004), apresenta as fitofisionomias típicas do bioma Cerrado, que engloba as formações florestais, savânicas e campestres. As formações florestais apresentam a predominância de espécies arbóreas, onde há a formação de dossel. Nas formações savânicas, a característica marcante refere-se à áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo. As formações campestres designam áreas que apresentam vegetação arbustiva e herbácea, com poucas árvores na paisagem (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Passos metodológicos

As metodologias de análise da paisagem têm adquirido cada vez mais recursos nas geotecnologias por otimizar tempo e custos para diferentes pesquisas, a exemplo de estudos no âmbito da análise da trajetória evolutiva da paisagem (COSTA; SEABRA, 2019). Neste sentido, no presente trabalho, foram seguidos três procedimentos metodológicos básicos, que envolveram o levantamento de referencial bibliográfico e coleta de dados espaciais, processamento dos dados em um ambiente SIG, seguidos de análise e discussão dos resultados. A Figura 2 apresenta a sequência de procedimentos metodológicos empregados.

Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: elaboração própria.

A delimitação da área de estudo foi obtida mediante a sobreposição do arquivo em formato shapefile da bacia hidrográfica do Rio Preto com o arquivo contendo os limites do Distrito Federal adquiridos por meio da plataforma GEOPORTAL da Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Habitação do Distrito Federal - SEDUH-DF (GEOPORTAL, 2023). Nessa mesma plataforma foi adquirido o arquivo de curva de nível, com equidistância de 5 metros, do qual foi derivado um mapa de declividade para a área de estudo.

De acordo com Piroli (2022), no âmbito do levantamento bibliográfico e coleta de dados para caracterizar e realizar estudos sobre bacias hidrográficas, é importante buscar informações oriundas de órgãos oficiais das esferas federal, estadual e municipal inseridos na área do projeto, bem como utilizar-se de trabalhos realizados em universidades e institutos de pesquisa.

A pesquisa baseou-se no uso de ferramentas de SIG para quantificar a evolução espaço-temporal da paisagem rural do Alto Rio Preto-DF, considerando os anos de 1964, 1987 e 2021, associando as classes atuais aos riscos definidos pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal (ZEE-DF, 2018).

Dessa maneira, os dados de uso e cobertura da terra do ano de 1964 foram adquiridos, em formato vetorial, através da plataforma GEOPORTAL (2023). Tais dados são provenientes do trabalho de Anjos, Albuquerque e Soares (2002), que dispunham de imagens aéreas pancromáticas, na escala de 1:60.000, para a região do Distrito Federal. No trabalho supracitado foram classificadas as formas de uso e

cobertura da terra, com classes organizadas em espaços naturais e espaços artificializados.

Os dados de uso e cobertura da terra referentes aos anos de 1987 e 2021 foram adquiridos por meio da base de dados disponibilizada pela plataforma Mapbiomas, na versão 7.1 (MAPBIOMAS, 2023), em formato matricial, posteriormente convertidos para o formato vetorial para quantificação espacial das classes. Esta plataforma consiste em uma rede colaborativa formada por organizações não governamentais, universidades e startups de tecnologia, que realiza mapeamentos anuais de uso e cobertura da terra para todo o território brasileiro, tendo como referência a coleção Landsat, com resolução padrão de 30 metros, processadas com a ferramenta de processamento em nuvem Google Earth Engine.

Para melhor compreensão e análise dos resultados, as classes atribuídas ao mapeamento multitemporal do uso e cobertura da terra no Alto Rio Preto - DF foram padronizadas em Formações Campestres, Formações Savânicas, Formações Florestais, Agropastoril (culturas agrícolas e pastagens) e Área Antropizada (áreas construídas e áreas não vegetadas).

Dada a análise preliminar dos resultados de mapeamento de uso e cobertura da terra, foi observada a necessidade de mapear a distribuição espacial dos sistemas de irrigação por Pivô Central, pois estes passaram a ter bastante relevância na paisagem do Alto Rio Preto a partir da década de 1980. Para a realização deste procedimento, foram adquiridas duas imagens das órbitas/ponto 221/071 referentes ao ano de 1987 (sensor TM/Landsat 5) e 2021 (sensor OLI/Landsat 9), com as datas de aquisição referentes, respectivamente, a 20 de junho de 1987 e 21 de setembro de 2021. Em seguida, foi feita a interpretação visual e vetorização em tela para obtenção das informações sobre a distribuição dos Pivôs Centrais nos dois momentos distintos.

Posteriormente, as classes de uso e cobertura foram associadas a Riscos Ecológicos definidos pelo ZEE-DF, que classifica quatro classes de riscos básicos para o território do DF, identificando a consolidação da infraestrutura ecológica para ocupação territorial (SEMA-DF, 2017), são eles: Risco Ecológico de perda de área de recarga de aquífero; Risco Ecológico de perda de solo por erosão; Risco Ecológico de contaminação do subsolo; e Risco Ecológico de perda de Cerrado nativo.

As informações acerca dos Riscos Ecológicos providas pelo ZEE-DF, consistem em dados oriundos do cruzamento de informações fundamentadas em modelagem geológica e hidrológica, com exceção do risco de perda de cerrado nativo, que foi gerado a partir de imagem de sensor orbital ótico (CHELOTTI; SANO, 2021).

Os arquivos vetoriais contendo os polígonos das classes de cada risco, na escala de 1:100.000, foram adquiridos através da plataforma intitulada Sistema Distrital de Informações Ambientais (SISDIA, 2023).

De posse dos dados atualizados das formas de uso e cobertura da terra concomitantemente com os dados de espacialização de Pivôs Centrais, buscou-se analisar a distribuição destes no contexto do zoneamento dos quatro Riscos Ecológicos do ZEE-DF, no âmbito da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

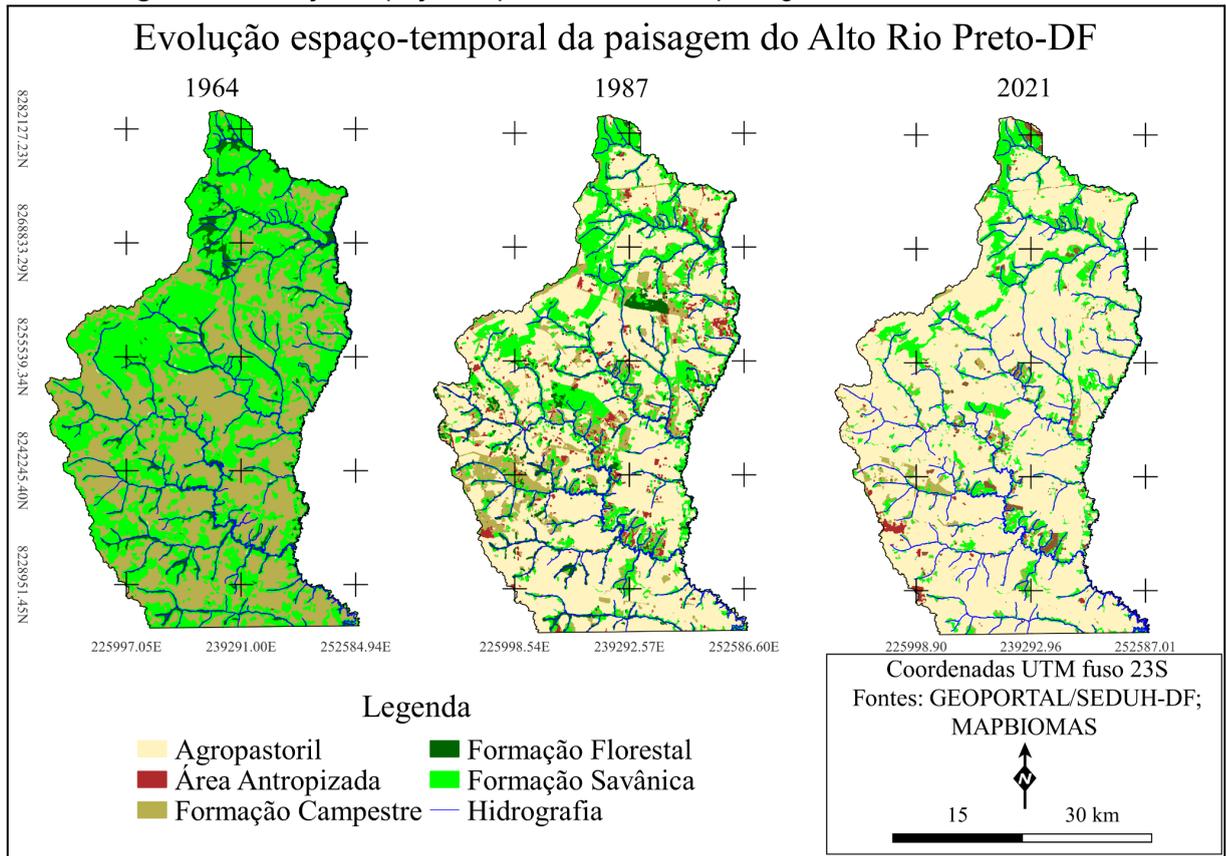
O processo de ocupação da região onde se localiza o Alto Rio Preto - DF remonta aos movimentos de colonização regional iniciados no século XVII. Nesse período, registrava-se dois vetores característicos da expansão da ocupação do interior do País, representados pela mineração de ouro e pedras preciosas. Após o declínio do período da mineração, os campos da região passaram a ser ocupados por vastas fazendas de criação de gado (CARNEIRO *et al.*, 2007). Essa região do País voltou a registrar uma nova dinâmica de transformações na paisagem a partir de meados do século XX, no contexto do início das obras para construção da nova capital federal.

A transferência do Distrito Federal para a região Centro-Oeste, bem como a inauguração de Brasília em 1960, resultou em um intenso processo migratório, acompanhado de uma grande reconfiguração territorial. Esse momento representou, de acordo com Carneiro *et al.* (2007), a efetiva integração da região Centro-Oeste ao mercado nacional, significando um marco decisivo e polarizador do desenvolvimento regional.

Conforme mostram os dados de uso e cobertura da terra dos anos de 1964, 1987 e 2021, visualizados na Figura 3, é possível observar a intensidade da evolução espaço-temporal dos usos na paisagem da região do Alto Rio Preto, com destaque para a expressiva supressão da vegetação natural do Cerrado, composta

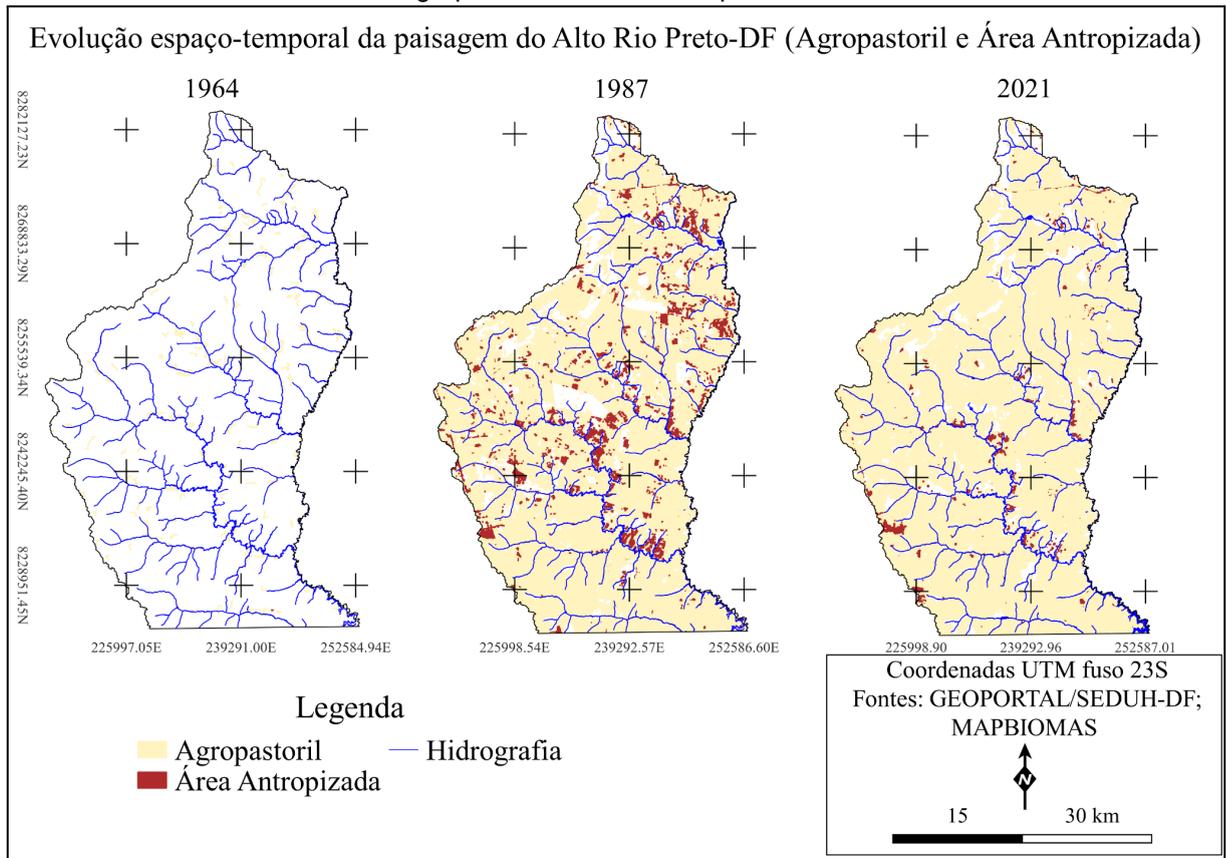
por Formações Savânicas, Campestres e Florestais, que cederam espaço para atividades agropastoris, que atualmente ocupam a maior parte dos 1328 km² totais da área. As Figuras 4 e 5 mostram a evolução espaço-temporal da paisagem especificamente sob as óticas, respectivamente, das áreas antrópicas e agropastoris e coberturas vegetais naturais da área em questão.

Figura 3 - Evolução espaço-temporal dos usos na paisagem do Alto Rio Preto - DF.



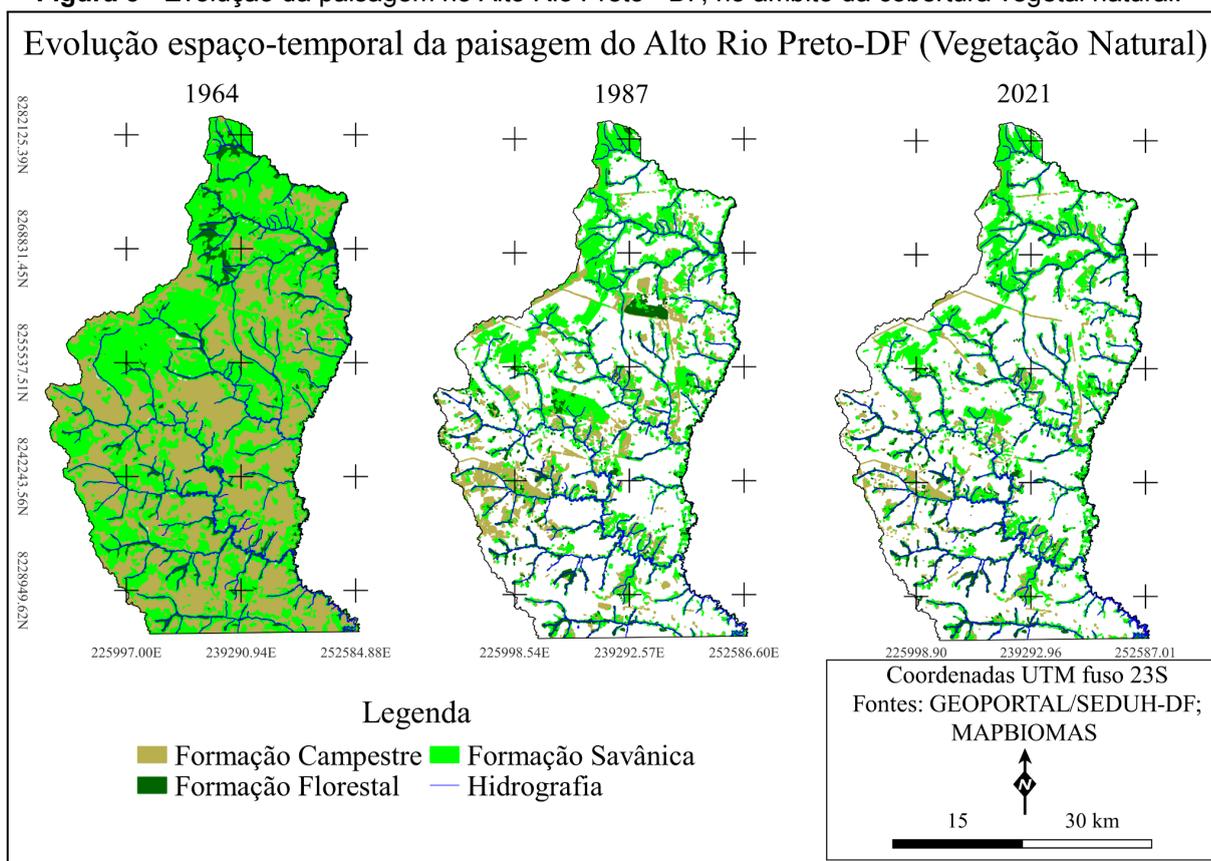
Fonte: elaboração própria.

Figura 4 - Evolução espaço-temporal da paisagem do Alto Rio Preto - DF, no âmbito das coberturas Agropastoril e Áreas Antropizadas.



Fonte: elaboração própria.

Figura 5 - Evolução da paisagem no Alto Rio Preto - DF, no âmbito da cobertura vegetal natural.



Fonte: elaboração própria.

Para uma melhor compreensão e análise dos resultados, foram elaboradas duas tabelas, compreendendo dois períodos de análise. Na tabela 1 estão quantificadas as classes encontradas nos anos de 1964 e 1987. Tal período está inserido no contexto da modernização da agricultura no Brasil, propagada a partir da segunda metade do século XX, que tinha o intuito de aumentar a produção e a produtividade de culturas agrícolas de interesse internacional por meio da inserção de inovações tecnológicas (MATOS; PESSÔA, 2011).

Tabela 1 - Mudanças no uso e cobertura da terra no Alto Rio Preto - DF entre 1964 e 1987.

Classes	1964		1987		Mudança (km ²)	Mudança (%)
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)		
Campestre	683,41	51,45	107,91	8,12	-575,502	-84,21
Savânica	447,54	33,69	159,63	12,02	-287,91	-64,33
Florestal	181,51	13,66	94,25	7,1	-87,256	-48,07
Agropastoril	15,79	1,19	922,3	69,43	906,505	5738,83

Área						
Antropizada	0,012	0	41	3,09	40,99	341583,33
Total	1.328,385	100	1.328,385	100	-	-

Fonte: elaboração própria.

No ano de 1964, quatro anos após a inauguração de Brasília, a região do Alto Rio Preto - DF, contava com cerca de 99% da sua cobertura vegetal natural preservada, com as classes de cobertura de vegetação Campestre (51,41%), Savânica (33,69%) e Florestal (13,66%), enquanto a classe Agropastoril correspondia a aproximadamente 1,19% e a classe Áreas Antropizadas possuía valores irrisórios.

Em relação ao ano 1987, verificou-se uma redução de 71 % da cobertura natural, ao passo que as atividades Agropastoris e Áreas Antropizadas avançaram substancialmente. As classes de cobertura vegetal natural, que anteriormente, representavam cerca de 99% da cobertura, passaram a representar aproximadamente 27 % da cobertura total, com os seguintes valores percentuais: Formação Campestre (8,12%), Formação Savânica (12,02%) e Formação Florestal (7,10%). A classe Agropastoril, consolidou-se com aproximadamente 69% da cobertura total, e a classe Área Antropizada passou a ocupar cerca de 3% relativos ao total da cobertura da área.

Dessa maneira, constata-se que o período 1964 a 1987 conduziu a região do Alto Rio Preto - DF a uma configuração territorial majoritariamente rural, baseado em um intenso processo de conversão da vegetação natural em áreas de culturas agrícolas e pastagens. Esse processo de transformação de paisagens naturais em paisagens rurais pode resultar em uma série de impactos ambientais significativos, em decorrência do esgotamento dos recursos naturais dessas regiões.

Durante o primeiro período de análise, a ação governamental teve grande relevância como fomentadora das transformações na paisagem do Alto Rio Preto - DF. A partir dos anos 70, o II Programa Nacional de Desenvolvimento (PND) impulsionou estratégias de ocupação do território nacional, com o intuito de obter controle técnico e político da ocupação do interior brasileiro. À região Centro-Oeste foi atribuída a vocação para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, visando atender demandas dos mercados externo e interno (BRASIL, 2013).

No âmbito do II PND, cabe destacar a criação de programas como o

POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrados), entendido por Steinberger (2000), como o programa que mais teve impacto na região Centro-Oeste como um todo, pois buscou, dentre as várias iniciativas visando a transformação do processo de modernização da agricultura brasileira, investimentos em correção de solos, pesquisa e tecnologia agrária.

Em relação ao POLOCENTRO, neste foi iniciado o processo de expansão da fronteira produtiva da agropecuária DF, surgindo, assim, o PAD/DF (Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal), concebido e implementado pela Secretaria de Agricultura e Produção do Governo do DF, em 1977 (CARNEIRO *et al.*, 2007). Outrossim, cabe mencionar que o relevo foi um fator ambiental determinante para a implantação da agricultura moderna nas áreas de Cerrado, por apresentar as formas de terreno conhecidas como Chapadas e Chapadões. Essas regiões apresentam abundância em recursos hídricos, com predomínio de rios perenes associados a baixas declividades e planura do relevo (MARTINS *et al.*, 2014).

Em relação ao segundo período de análise, representado pelo recorte temporal que compreende o intervalo temporal de 1987 a 2021, os resultados gerais foram organizados para visualização na tabela 2.

Tabela 2 - Mudanças no uso e cobertura da terra no Alto Rio Preto - DF entre 1987 e 2021.

Classes	1987		2021		Mudança (km ²)	Mudança (%)
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)		
Campestre	107,916	8,12	60,442	4,55	-47,474	-43,99
Savânica	159,635	12,02	134,900	10,16	-24,735	-15,49
Florestal	94,258	7,1	99,087	7,46	4,829	5,12
Agropastoril	922,301	69,43	1.018,677	76,69	96,376	10,45
Área Antropizada	41,002	3,09	12,057	0,91	-28,945	-70,59
Total	1.328,385	100	1.328,385	100	-	-

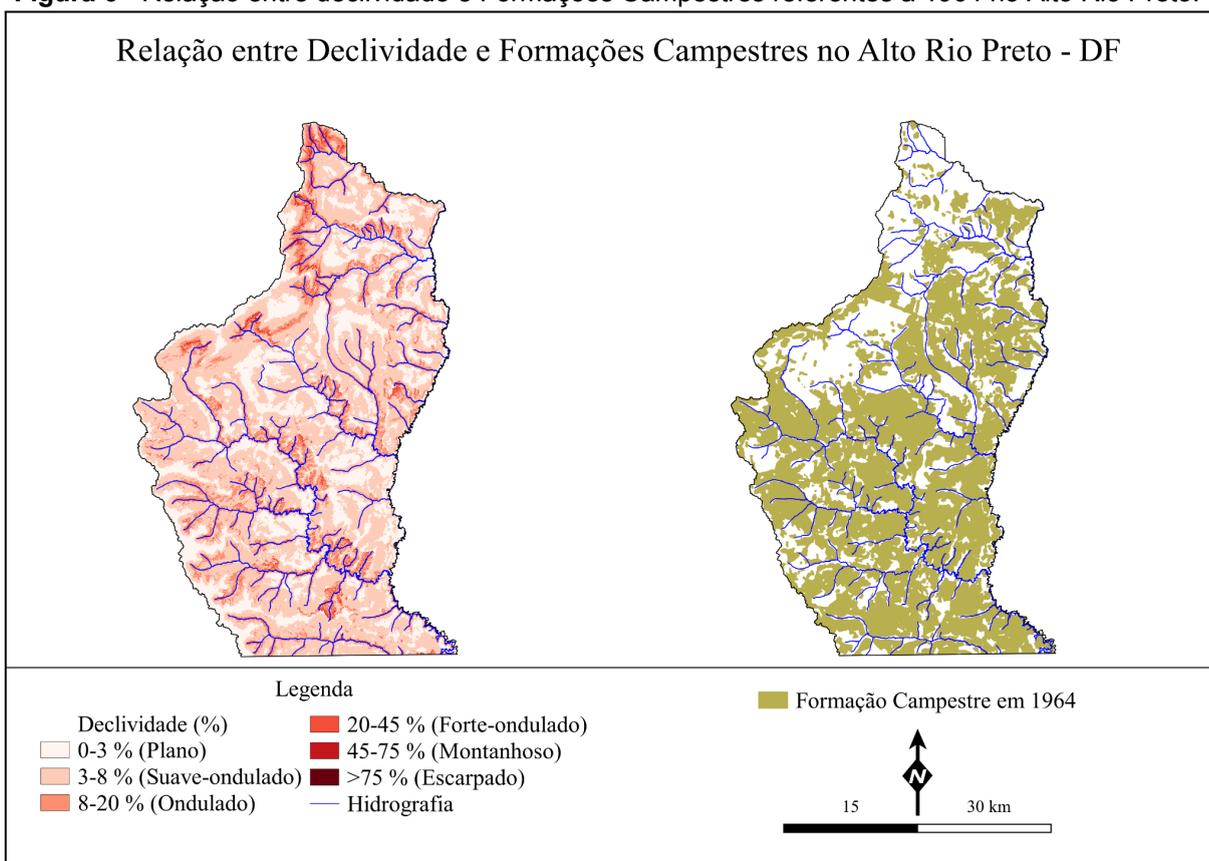
Fonte: elaboração própria.

A tendência de perda da vegetação natural para implementação de Áreas Agropastoris manteve-se em curso, porém em menor intensidade. A cobertura vegetal natural, que em 1987 representava cerca de 27% da cobertura total da região, sofreu redução de 5%, passando a representar 22% em 2021. As áreas de

culturas agrícolas e pastagens passaram a ocupar, em 2021, cerca de 77% da cobertura total do Alto Rio Preto - DF, correspondendo a cerca de 1.018 km². Tal configuração territorial, conseqüentemente, representa uma alta pressão pela utilização dos recursos hídricos da região.

Apesar do ritmo preponderante de desmatamento, a Formação Florestal registrou leve recuperação em relação a 1987, com um aumento de 5% (4,8 km²) da sua área de cobertura para 2021. Atualmente, as formações naturais, configuram-se com os valores percentuais de 4,55% de Formações Campestres, 10,16% de Formações Savânicas e 7,16% de Formações Florestais, totalizando 22,16% da cobertura total. Deste modo, observa-se que as áreas preferenciais para ocupação foram aquelas ocupadas pelas Formações Campestres (Figura 6) que tiveram a perda mais expressiva ao longo do tempo, talvez em função de topografia mais plana, como demonstra Martins *et al.* (2014), que enfatizam que algumas das razões que permitem a utilização de Pivô Central são necessidade mínima de mão-de-obra na operação desses equipamentos e, principalmente a adaptação a terrenos planos e moderadamente ondulados, com até 15% de declividade.

Figura 6 - Relação entre declividade e Formações Campestres referentes a 1964 no Alto Rio Preto.



Fonte: elaboração própria.

Conforme estudo de Neves *et al.* (2016), que caracterizou a evolução da paisagem no Alto Rio Preto - DF, compreendendo o período entre 1985 e 2015, a partir de meados da década de 80, a região deixou de apresentar grandes taxas de perda de cobertura natural, apontando para uma tendência de acréscimo de áreas irrigadas por Pivôs Centrais, que passaram englobar a paisagem do rural do DF desde então. Silva (2016) verificou que durante as décadas de 80 e 90, o sistema de irrigação por Pivô Central avançou pelo DF, se consolidando como o principal aparelho utilizado na irrigação de culturas agrícolas e a consolidação do Pivô Central na área estudada implicou, sobretudo, alterações significativas no uso da água dessa região.

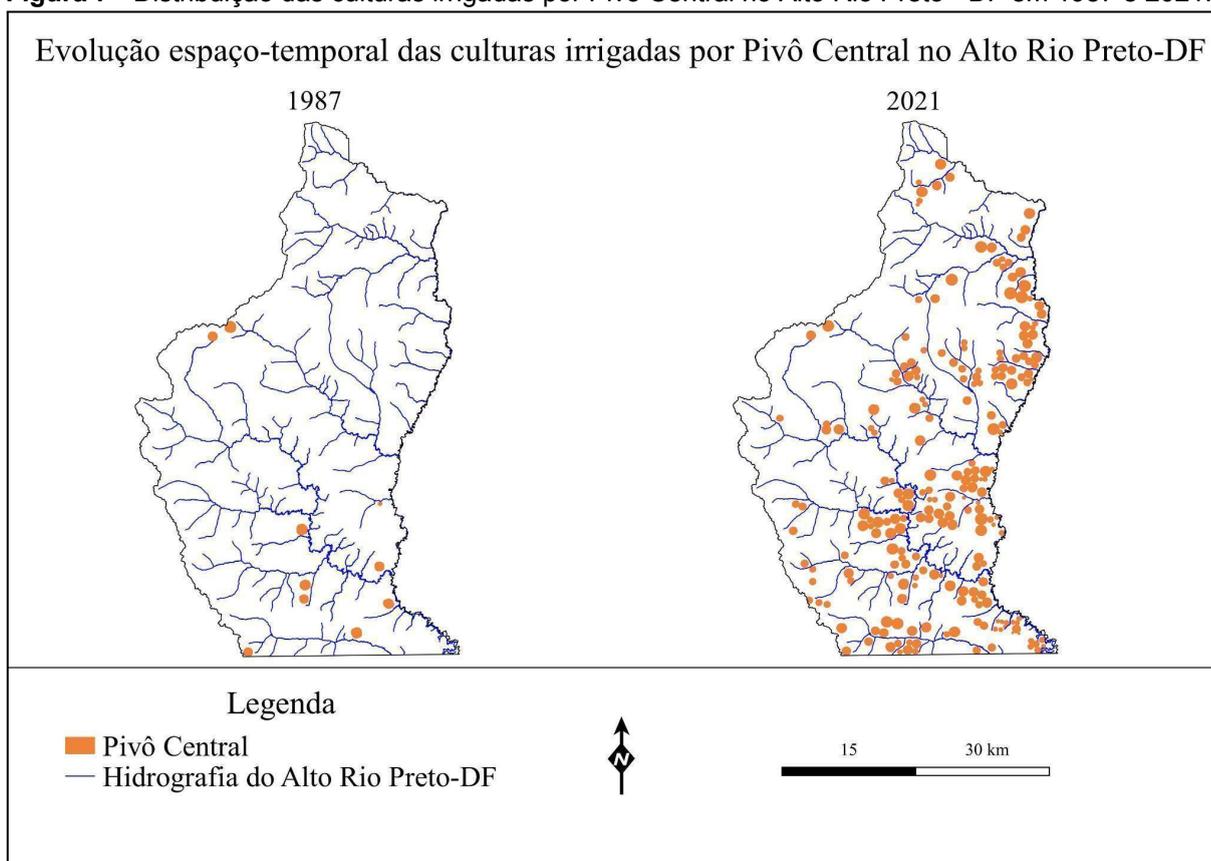
Dadas as considerações feitas anteriormente, pode-se constatar que a paisagem do Alto Rio Preto no DF evoluiu seguindo distintas tendências em cada um dos períodos considerados. O primeiro teve como principal vetor de transformação de sua paisagem a ação estatal, no contexto do processo de transformação produtiva do Cerrado, difundido, principalmente, a partir dos anos 70, com a produção de *commodities* como soja e milho. Já no segundo, o principal vetor

de transformação da paisagem se deu pela aplicação de pacotes tecnológicos para implementação de sistemas de irrigação por Pivô Central, iniciando, a partir daí, processos de intensificação e pressão pelo uso da água da área de estudo. Também cabe destacar que fatores ambientais, como o relevo plano da região, tiveram grande relevância ao possibilitar a introdução do maquinário agrícola de maneira facilitada. Esses sistemas operam com base na aplicação da água sobre o solo sob a forma de aspersão, em que os aspersores estão instalados sob uma haste apoiada em torres que se movem por rodas pneumáticas, movidas a motor, em círculo, o que ocasiona as formas arredondadas identificáveis nas áreas agricultáveis em paisagens rurais (Martins *et al.*, 2014).

Segundo Martins *et al.* (2014), a aquisição de informações especializadas sobre a prática de irrigação por Pivô Central possui grande relevância, pois contribui com dados cartográficos que subsidiam o levantamento de estudos de problemas socioambientais decorrentes da consolidação da agricultura mecanizada. Por conta de sua forma circular é possível delimitá-los de maneira rápida e precisa em imagens oriundas de sensores orbitais (LIMA *et al.*, 2007), contribuindo de maneira célere para o estudo das áreas. Assim, Sano *et al.* (2005) observou que, dado o contexto da grande concentração de Pivôs Centrais na região do Rio Preto no DF, as informações sobre estes sistemas de irrigação são de grande importância para a adequada gestão dos recursos hídricos da região, uma vez que esta constitui-se como a principal área de produção agrícola do DF.

De acordo com De Albuquerque *et al.* (2021), os sistemas de irrigação por Pivô Central têm sido observados como uma tecnologia predominante na região central do Brasil, sobretudo no bioma Cerrado, devido a condições ambientais favoráveis para sua implementação, como a topografia predominantemente plana, a grande disponibilidade hídrica superficial e subsuperficial. Nos mapas da Figura 7 pode ser verificada a grande evolução espaço-temporal do Pivôs Centrais da área do Alto Rio Preto no período entre os anos de 1987 e 2021.

Figura 7 - Distribuição das culturas irrigadas por Pivô Central no Alto Rio Preto - DF em 1987 e 2021.



Fonte: elaboração própria

Nos dados de 1987 foram observados 10 Pivôs Centrais que, naquele momento, ocupavam uma área aproximada de 8,44 km². Já os dados de 2021 mostram 221 Pivôs, que atualmente ocupam uma área equivalente a 125 km², cerca de 9% da área total.

A prática de irrigação por Pivô Central, quando desprovida de manejo adequado e sem o devido controle na fiscalização pode resultar em alterações consideráveis no sistema hidrológico pluvial, em decorrência do elevado consumo de água (MARTINS *et al.*, 2014). Nesse sentido, em um contexto de aumento significativo da demanda por água na agricultura, o monitoramento de áreas irrigadas se mostra necessário para prever e minimizar possíveis conflitos pela água (DE ALBUQUERQUE *et al.*, 2021).

Relação entre o uso e cobertura da terra atual e o zoneamento de Riscos Ecológicos do ZEE - DF

Os zoneamentos ambientais constituem-se como importantes instrumentos técnico-metodológicos, pois provém eficaz apoio à institucionalização do planejamento ambiental (SILVA; RODRIGUES, 2014). De acordo com Chelotti e Sano (2021), no DF, historicamente, aplica-se instrumentos de ordenamento apenas após a consolidação de ocupações indevidas, dessa maneira não cumprindo com a sua função de planejamento, mas sim de remediadora.

Aliados aos zoneamento ambientais, têm-se os zoneamentos territoriais para o planejamento regional, que constituem instrumentos estratégicos, onde há uma forte vinculação com subdivisão do território em parcelas e definições de uso (ROBAINA; TRENTIN; NARDIN, 2009). No DF o instrumento territorial é o Plano Diretor de Ordenamento do Distrito Federal (PDOT, 2012), instituído pela Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009 e demais complementares (com alteração mais recente decorrente da Lei Complementar nº 986/2021), que se constitui como o instrumento básico da política territorial e orientação de agentes públicos e privados para alocação de assentamentos humanos e atividades econômicas e sociais da população do DF (CODEPLAN, 2020).

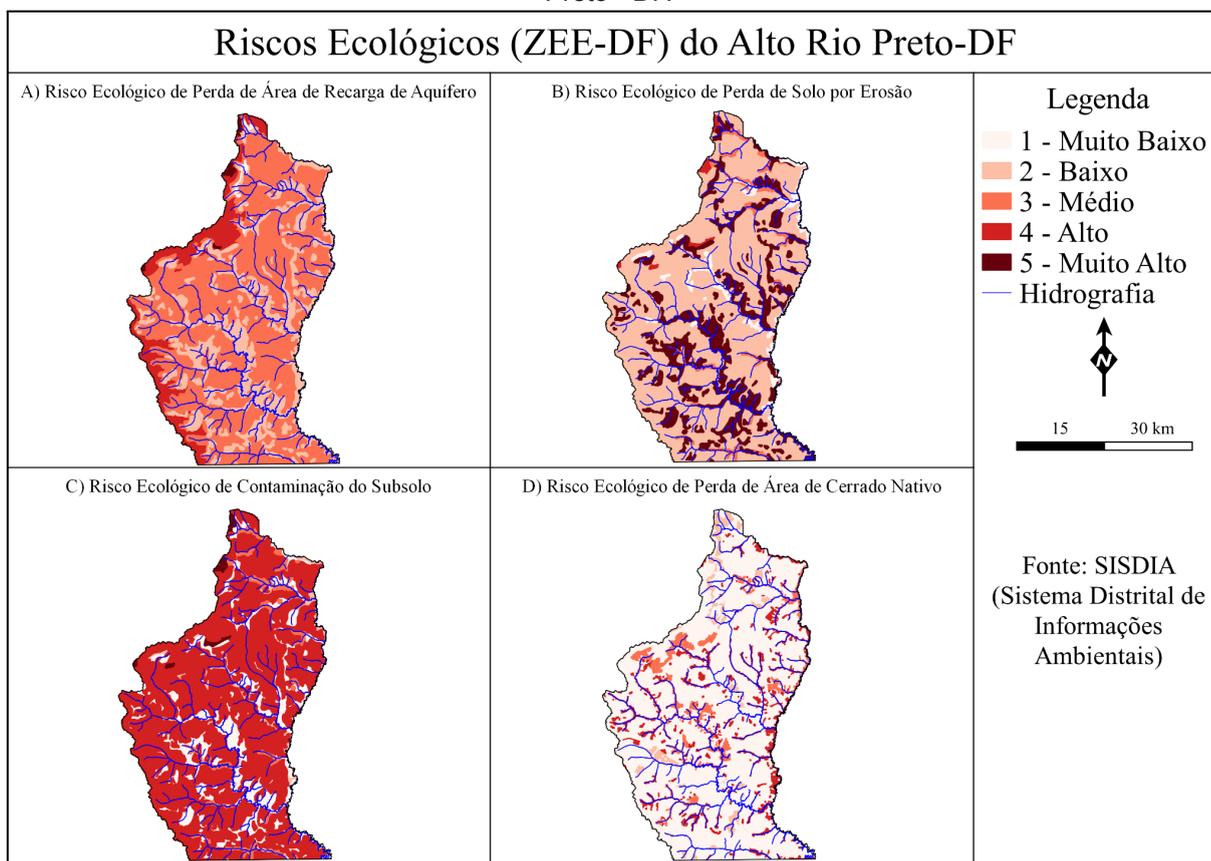
É de grande relevância observar os instrumentos normativos e o que eles dispõem em relação às diretrizes de uso do território vigentes, de maneira a verificar se há compatibilidade entre o que é indicado nos zoneamentos e o que se observa na realidade e, neste sentido, o zoneamento instituído pelo PDOT-DF possui o intuito de viabilizar a ocupação futura, de modo a compatibilizar as intenções de planejamento e realidade atual. Nesse sentido, a região do Alto Rio Preto - DF, insere-se dentro da Macrozona Rural do PDOT-DF.

Além do PDOT, o território do Distrito Federal também dispõe do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-DF), instituído pela Lei Distrital nº 6.269/2019. O objetivo geral deste instrumento é promover a sustentabilidade nas dimensões social, econômica, ambiental e político-institucional, por meio da compatibilização do desenvolvimento sócioeconômico, sem deixar de considerar os Riscos Ecológicos. Dessa maneira, o ZEE-DF trouxe conceitos essenciais para a compreensão e avaliação das potencialidades do território (CODEPLAN, 2020).

Os quatro riscos ecológicos definidos pelo ZEE-DF considerados no presente estudo podem ser visualizados na Figura 8, são eles: a) Risco de perda de área de Recarga de Aquífero; b) Risco de perda de solo por erosão; c) Risco de contaminação do subsolo e d) Risco de perda de área de Cerrado nativo. Esses

podem ser compreendidos em cinco classes, que variam entre as intensidades 1)Muito baixo; 2)Baixo; 3)Médio; 4)Alto e 5)Muito Alto, que estão apresentadas de forma quantitativa para a área de estudo na Tabela 3.

Figura 8 - Distribuição espacial dos Riscos Ecológicos observados na região do Alto Rio Preto - DF.



Fonte: elaboração própria.

Tabela 3 - Quantificação dos níveis de intensidade dos Riscos Ecológicos do Alto Rio Preto - DF.

Intensidade	Risco A (km ²)	Risco A (%)	Risco B (km ²)	Risco B (%)	Risco C (km ²)	Risco C (%)	Risco D (km ²)	Risco D (%)
Muito Baixo	3,505	0,26	34,95	2,63	239,06	18	0	0
Baixo	271,58	20,44	1002,3	75,45	41,75	3,14	1090,8	82,12
Médio	904,6	68,1	38,203	2,88	38,261	2,88	111,75	8,41
Alto	140,26	10,56	8,72	0,66	998,15	75,14	58,138	4,38
Muito Alto	4,984	0,38	239	17,99	8,997	0,68	65,307	4,92
Total	1328,3	100	1328,3	100	1328,3	100	1328,3	100

Fonte: Elaboração própria.

Em geral, a distribuição dos Riscos Ecológicos dispostos na Tabela 3 se mostraram Baixos para os riscos B e D, e Médios para o risco A. No entanto, o Risco C, correspondente ao risco de contaminação do subsolo apresentou valor expressivo, com 75% da área do Alto Rio Preto apresentando esta fragilidade em um grau de intensidade considerado Alto.

As classes de uso e cobertura da terra mais atual (ano de 2021) foram comparadas às classes de Riscos Ecológicos considerados Alto e Muito Alto com o intuito de identificar e melhor compreender as fragilidades dessas regiões. Os resultados quantitativos podem ser visualizados na Tabela 4. De maneira complementar, também realizou-se o cruzamento de dados de Riscos Ecológicos com os dados de Pivô Central, dispostos na Tabela 5.

Os Riscos Ecológicos de intensidades caracterizadas como Alto e Muito Alto expressam as regiões onde de maior fragilidade ambiental, de maneira que identifica as regiões prioritárias adoção de medidas de gestão e planejamento ambiental.

Tabela 4 - Valores absolutos e percentuais dos Riscos Ecológicos considerados Alto e Muito Alto em relação às classes de uso e cobertura.

Riscos Ecológicos	Classes de cobertura (2021)	Alto		Muito Alto	
		Alto (km ²)	Alto (%)	(km ²)	(%)
Perda de área de recarga de aquífero	Agropastoril	109,512	78,08	3,238	64,97
	Área				
	Antropizada	3,602	2,57	0,02	0,4
	Campestre	7,627	5,44	0,381	7,64
	Florestal	2,871	2,05	0,061	1,22
	Savânica	16,147	11,51	1,27	25,48
	Total	140,265	100	4,984	100
Perda de solo por erosão	Agropastoril	3,707	42,51	138,541	57,96
	Área				
	Antropizada	0,039	0,45	4,226	1,77
	Campestre	0,502	5,76	28,639	11,98
	Florestal	0,331	3,8	24,77	10,36
	Savânica	4,12	47,25	41,336	17,29
	Total	8,72	100	239,009	100
	Agropastoril	831,602	83,31	3,897	43,31

Contaminação do subsolo	Área				
	Antropizada	6,987	0,7	0,034	0,38
	Campestre	30,989	3,1	0,424	4,71
	Florestal	53,721	5,38	0,379	4,21
	Savânica	73,407	7,35	4,262	47,37
	Total	998,152	100	8,997	100
Perda de Cerrado Nativo	Agropastoril	8,921	15,34	10,651	16,31
	Área				
	Antropizada	0,162	0,28	0,267	0,41
	Campestre	3,277	5,64	4,383	6,71
	Florestal	21,204	36,47	30,881	47,29
	Savânica	24,508	42,15	18,785	28,76
	Total	58,138	100	65,307	100

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5 - Valores percentuais dos Riscos Ecológicos em áreas cobertas por Pivô Central em 2021.

Riscos Ecológicos	Muito Baixo (%)	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Muito Alto (%)
Perda de área de recarga de aquífero	0,01	7,13	88,81	3,86	0
Perda de solo por erosão	0,97	92,37	1,09	0	5,38
Contaminação do subsolo	5,94	1,33	1,41	91,13	0
Perda de Cerrado nativo	0	99,66	0,02	0,04	0,1

Fonte: Elaboração própria.

Nas Tabelas 4 e 5 o Risco Ecológico de contaminação do subsolo se apresentou com os níveis mais expressivos. Nesse sentido o ZEE-DF (2018) observa que o risco de contaminação passa de potencial à efetivo quando configuram-se situações de uso inadequado do solo, caracterizadas pela retirada da cobertura vegetal para usos antrópicos ou agropastoris sem que sejam observadas práticas conservacionistas para o uso do solo.

Com base em Piroli (2022), tem-se recomendações de práticas a serem aplicadas em áreas rurais, a exemplo das i) práticas de caráter vegetativo como a

plantação de espécies arbóreas com capacidades protetoras do solo associadas a recomposição de florestas nativas; ii) práticas de caráter edáfico que visam a adoção de medidas de controle da erosão e manutenção da fertilidade do solo associadas rotação de culturas e plantio direto de culturas agrícolas para a melhoria da cobertura vegetal e, conseqüentemente, a proteção do solo; e iii) práticas de caráter mecânico que se utilizam de estruturas artificiais para interceptar e conduzir o escoamento superficial. Além destas, também são indicadas algumas práticas complementares que envolvem a adoção de sistemas de produção integrados, a exemplo dos sistemas agroflorestais e silvipastoris, buscando a integração entre lavoura, pecuária e floresta.

A recarga de aquíferos define-se como a introdução natural ou artificial de água nas camadas do subsolo, aumentando a disponibilidade de água subterrânea. A água subterrânea é reconhecida como reserva estratégica e tem apresentado uso crescente nas últimas décadas. Tal fato tem gerado preocupação, já que o processo de extração desse recurso não se realiza na mesma proporção da recarga (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015), assim, as áreas de recarga de aquífero representam um importante fator ambiental a ser preservado na paisagem, com intuito assegurar a disponibilidade de água, tanto para o uso agrícola, como para os demais usos.

Em relação ao Risco Ecológico de perda de área de recarga de aquífero, em grande parte da área de estudo tem-se a distribuição em graus de intensidades consideradas Médias (68%) e Baixas (20%). Em áreas de risco Alto (56% da área total), é possível observar a predominância das classes Agropastoril (78%) e Savânica (11,51%). As mesmas classes também são predominantes na categoria de risco Muito Alto (0,38% da área total), com respectivamente 64,97% e 25,48% de cobertura.

Dessa maneira, constata-se uma incompatibilidade de uso, uma vez que as áreas de recarga de aquífero consistem em regiões prioritárias para a manutenção da cobertura vegetal natural de maneira a evitar a compactação do solo e garantir a percolação da água em direção às reservas subterrâneas, assim garantindo o equilíbrio do ciclo hidrológico. Nesse sentido, Piroli (2022), acrescenta que em áreas rurais as regiões de topo de morro constituem áreas importantes a serem preservadas permanentemente, pois configuram-se como zonas de recarga hídrica.

O Risco Ecológico de perda de solo por erosão apresenta cerca de 75% de sua área de abrangência em uma intensidade classificada como Baixa. No entanto,

cerca 18% da área do Alto Rio Preto - DF apresenta este risco em um nível de intensidade classificado como Muito Alto. Na categoria de risco Alto, observa-se, principalmente, as coberturas Savânica (47,25%) e Agropastoril (42,51%). A categoria de risco Muito Alto associa-se principalmente à classe Agropastoril (57,96%), enquanto as outras distribuem-se de maneira similar.

Os solos estão sujeitos a diferentes pressões que ocasionam a sua degradação. A principal medida para evitar a degradação dos solos se dá pelo manejo de forma racional, a partir do uso de práticas conservacionistas que permitam a obtenção de boa produtividade econômica sem comprometer a capacidade de produção para as futuras gerações de habitantes da região estudada. No contexto dos sistemas de pastagem, algumas medidas que podem ser adotadas para minimizar efeitos de processos erosivos, envolvem o plantio de leguminosas em consórcio com gramíneas, bem como a rotação de pastos e o não uso do fogo (WADT *et al.*, 2003).

Quanto ao contexto do Risco Ecológico de contaminação do subsolo, tem-se aproximadamente em 75% da área de estudo, um risco considerado Alto, indicando a necessidade da adoção de práticas adequadas de manejo no uso do solo. As áreas classificadas como de Baixo risco representam cerca de 18% de abrangência da área estudada. Dentro da categoria de risco Alto, tem-se a composição de 83% de áreas referentes à classe de cobertura Agropastoril. Na intensidade de risco Muito Alto, tem-se as classes Savânica e Agropastoril, compondo, respectivamente, 47,35% e 43,31% desse risco, considerando que está abrange 0,68% da área estudada.

Nas áreas de cobertura Agropastoril há uma forte tendência à utilização de fertilizantes químicos que contaminam o solo e a água, tornando-os estéreis ao longo do tempo Piroli (2022). Segundo Milek, Kishi e Gomes (2014), o risco de contaminação do subsolo e, sobretudo, de águas subterrâneas resulta da interação entre a vulnerabilidade do aquífero e o perigo de contaminação ao qual o aquífero pode ser exposto. Esse mesmo autor indica que ações para mitigação dos efeitos da poluição envolvem a remoção de atividades potencialmente perigosas, a fim de manter o risco de contaminação baixo. Gomes, Filizola e Spadotto (2006), reforça que práticas agrícolas inadequadas podem ocasionar a contaminação do lençol freático, associadas a formação de ravinas e voçorocas.

A respeito do Risco Ecológico de perda de Cerrado nativo, tem-se 82% da área estudada classificada com risco Baixo, o que se deve fato de que grande parte da cobertura por vegetação natural já ter sido substituída por usos antrópicos e agropastoris, restando apenas 22% de Cerrado nativo na atual paisagem do Alto Rio Preto - DF. As classes de risco Alto e Muito compõem cerca 8,7% da área de estudo. Nas áreas de risco Alto são observadas, principalmente, as classes Formação Savânica (42,15%), seguida de Formação Florestal (36,47%). Nas áreas de risco Muito Alto, observa-se, principalmente, as classes de cobertura Formação Florestal (47,29%) e Formação Savânica (28,76%).

As Formações Florestais em áreas de Cerrado associam-se principalmente à proteção natural de cursos de água e nascentes, de modo a impedir processos de desbarrancamento e assoreamento, o que mantém a capacidade original de escoamento dos leitos dos rios, conforme aponta Wadt *et al.* (2003). Segundo esse mesmo autor, as coberturas florestais às margens dos rios contribuem com o controle de aporte de nutrientes, de produtos químicos tóxicos e de outros sedimentos aos cursos de água, acarretando na diminuição da eutrofização das áreas onde se localizam, e também, atuando na preservação da fauna e floresta local. Assim, a preservação da cobertura florestal é extrema importância para o equilíbrio ambiental e, sobretudo, para a manutenção da qualidade da água no Alto Rio Preto - DF.

Dessa maneira, cabe ressaltar a importância da adoção de práticas de manejo adequadas em bacias hidrográficas que possuem características predominantemente rurais. Quando essas práticas adequadas não são observadas, tem-se o agravamento de Riscos Ecológicos, tais como os que aqui foram observados.

A evolução das paisagens conduzidas pelas modificações inseridas no contexto dos usos antrópicos e agropastoris tem promovido a aceleração de processos superficiais, incidindo no aumento da susceptibilidade e vulnerabilidade aos Riscos Ecológicos (SILVA; VIEIRA; ALVES, 2023). Por conseguinte, a classificação de áreas de Riscos Ecológicos permite uma orientação, ainda que preliminar, quanto à escolha de parcelas potencialmente mais críticas do território para estudos ou até mesmo intervenção imediata (GOMES; FILIZOLA; SPADOTTO, 2006).

Mesquita, Lindoso e Rodrigues Filho (2018) indicam um conjunto de adaptações para a região do Alto Rio Preto - DF. Estas adaptações centram-se na aplicação de variedades agropecuárias resistentes ao estresse hídrico a exemplo do uso de sistemas de irrigação menos intensivos, conhecidos como gotejamento e aspersão e demais técnicas de conservação da água no solo, como o plantio direto, terraceamento e bacias de contenção. Além disso, indicam também a implementação de instrumentos normativos para proteção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais.

Todas as áreas produtivas rurais devem adotar técnicas de manejo que concentrem-se em práticas conservacionistas do solo. Assim, as bacias hidrográficas rurais, como a região do Alto Rio Preto - DF, devem, partindo do arcabouço legal da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), ser manejadas com o intuito de assegurar a diminuição do escoamento superficial, para aumentar as taxas de infiltração, visando à recarga dos lençóis freáticos e a manutenção de nascentes, assim garantindo a disponibilidade hídrica aos usuários da bacia e à toda sociedade (PIROLI, 2022).

CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, baseado na análise da trajetória evolutiva da paisagem do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Preto, tributário do rio São Francisco, considerando a área localizada no Distrito Federal, foi possível observar que esta evolução se deu de maneira bastante significativa, uma vez que em 1964, a cobertura vegetal natural era de aproximadamente 98% da área total, ao passo que em 2021, registrou-se cerca de 22% de remanescentes dessa classe, em decorrência do vertiginoso aumento de áreas agropastoris, que em 1964, eram cerca 2% da área total, passando a corresponder a 76% da cobertura da área de estudo.

Também foi possível observar o grande avanço dos sistemas de irrigação por Pivô Central, que atualmente representam uma característica bastante relevante da paisagem da área de estudo, uma vez que, em 1987, registrava-se apenas 10 desses equipamentos e nos dias atuais, registram-se 221 Pivôs Centrais, cobrindo uma área de 121 km² da região estudada.

Do ponto de vista do meio ambiente físico, observa-se que os Riscos Ecológicos da região, em sua maioria, apresentam-se com graus de intensidade variando entre, principalmente Médios e Altos. Os Riscos Ecológicos zoneados como categoria Alto e Muito Alto, que indicam as áreas de maior fragilidade do território, coincidem predominantemente com áreas de cobertura Agropastoril e Formação Savânica. A respeito das áreas de Pivôs Centrais, tem-se como maior fator de sensibilidade ambiental, o risco de contaminação do subsolo. Dessa maneira, recomenda-se que práticas de manejo específicas para paisagens rurais sejam instituídas pelos órgãos responsáveis pela gestão territorial do Alto Rio Preto - DF, o qual dispõe instrumentos normativos voltados a esta finalidade, como o PDOT e ZEE, de modo a garantir a sustentabilidade nas dimensões social, econômica, ambiental e político-institucional, baseadas em usos do território compatíveis com seus limites e potencialidades.

Espera-se que com as informações apresentadas neste trabalho, tenham sido ampliadas as noções acerca da paisagem atual da região do Alto Rio Preto - DF, bem como sua evolução ao longo das décadas passadas, e assim, assegurando mais conhecimento acerca dessa região para os gestores territoriais, no contexto do processo de tomada de decisão para a gestão e planejamento dessa importante região no território do Distrito Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Cleber Gomes de *et al.* Recarga de aquífero aluvial sob uso agrícola. **Águas subterrâneas**, v. 29, n. 1, p. 60–71, 2015.

ANJOS, Rafael Sanzio Araújo dos; ALBUQUERQUE, Ricardo; SOARES, Alexandre. Mapeamento do uso da terra no Distrito Federal - 1964. **Espaço e Geografia**, v. 5, n. 1, p. 233–247, 2002.

ANJOS, Rafael Sanzio Araújo dos. Brasília - 50 anos de dinâmica territorial urbana. **Tempo - Técnica - Território**, v. 3, n. 1, p. 1–26, 2012.

ARRUDA, Moacir *et al.* Ecorregiões, Unidades de Conservação e Representatividade Ecológica no Bioma Cerrado. *In*: RIBEIRO, José Felipe; ALMEIDA, Semíramis; SANO, Sueli (Orgs.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, p. 229–272.

ASSIS, Tamiris; COUTO JÚNIOR, Antonio; MARTINS, Eder. Relações entre o relevo e os agrossistemas na ecorregião Paraná-Guimarães. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 498–510, 2016.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, n. 8, p. 141–152, 2004.

BRASIL. **Lei. n. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado**. Brasília, 2013.

CAMPOS, José Eloi Guimarães. Hidrogeologia Do Distrito Federal: Bases Para a Gestão Dos Recursos Hídricos Subterrâneos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 1, p. 41–48, 2004.

CARNEIRO, Paulo *et al.* Evolução do uso da água na bacia do rio Preto no Distrito Federal. **Espaço e Geografia**, v. 10, n. 2, p. 325–353, 2007.

CHELOTTI, Giancarlo Brugnara; SANO, Edson. Sessenta anos de ocupação urbana da capital do Brasil: Padrões, Vetores e Impactos na Paisagem. **Texto Para Discussão**, n. 73, p. 1–36, 2021.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL (CODEPLAN). **Atlas do Distrito Federal 2020**. 1. ed. Brasília: CODEPLAN, 2020.

COSTA, Evelyn De Castro Porto; SEABRA, Vinicius Da Silva. Escala e Tempo na Análise da Paisagem. **Revista Tamoios**, v. 15, n. 1, p. 46–56, 2019.

DE ALBUQUERQUE, Anesmar Olino *et al.* Dealing With Clouds and Seasonal Changes for Center Pivot Irrigation Systems Detection Using Instance Segmentation in Sentinel-2 Time Series. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 14, p. 8447–8457, 2021.

GOMES, Marco Antônio Ferreira; FILIZOLA, Heloisa Ferreira; SPADOTTO, Cláudio A. Classificação das áreas de de recarga do sistema aquífero Guarani no Brasil em domínios pedomorfoagroclicmáticos - subsídio aos estudos de avaliação de risco de contaminação das águas subterrâneas. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 18, p. 67–74, 2006.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar n. 803**, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal — PDOT e dá outras providências. Disponível em <https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/60298/Lei_Complementar_803_25_04_2009.html>. Acesso em: 05 jun. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar n. 986**, de 30 de junho de 2021. Dispõe sobre regularização fundiária urbana. Disponível em <http://www.tc.df.gov.br/sinj/Norma/3e31558072eb4b7791ab7c55335ffd13/Lei_Comp_lamentar_986_30_06_2021.html>. Acesso em: 16 jul. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Lei n. 6.269**, de 29 de janeiro de 2019. Institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal - ZEE-DF em cumprimento ao art. 279 e ao art. 26 do Ato das Disposições Transitórias da Lei Orgânica do Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: <https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/912a61dfc1134ffebb691aa3e864673e/Lei_6269_29_01_2019.html>. Acesso em: 05 jun. 2023.

HERMUCHE, Potira *et al.* Morfometria como suporte para elaboração de Mapas Pedológicos: I. Bacias Hidrográficas Assimétricas. **Documentos**, n. 68, p. 1–25, 2002.

KLINK, Carlos *et al.* Conservação dos Recursos Naturais em Terras Privadas: O Papel das Reservas Legais no arranjo funcional das Paisagens produtivas no bioma Cerrado. *In*: SANO, Sueli; ALMEIDA, Semíramis; RIBEIRO, José Felipe (Orgs.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, p. 399-406.

LIMA *et al.* Levantamento da área irrigada por pivô-central no Cerrado por meio da análise de imagens de satélite: uma contribuição para gestão dos recursos hídricos. *In*: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo: ABRHidro, 2007, p. 1–20.

MARTINS, Alécio Perini; GALVANI, Emerson. Relação entre uso e cobertura da terra e parâmetros biofísicos no Cerrado Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 40, p. 148–162, 2020.

MARTINS, Renato *et al.* Espacialização do Agrohidronegócio do Pivô Central no Cerrado Goiano. **Geoaraguaia**, v. 4, n. 2, p. 221–245, 2014.

MILEK, Cristiano Bernardo; KISHI, Regina Tiemy; GOMES, Júlio. Avaliação do Risco de Contaminação da Água Subterrânea do Aquífero Cárstico no Município de Almirante Tamandaré/PR com o Uso de Mapa de Índices de Risco. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 89–100, 2014.

MATOS, Patrícia Francisca; PESSÔA, Vera Lúcia Salazar. A Modernização da Agricultura No Brasil E Os Novos Usos Do Território. **Geo UERJ**, v. 2, n. 22, 2011.

MESQUITA, Luis; LINDOSO, Diego; RODRIGUES FILHO, Saulo. Crise Hídrica no Distrito Federal: O Caso da Bacia do Rio Preto. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, n. jul-dez, p. 307–326, 2018.

NEVES, Glauber *et al.* Padrões das Mudanças da Cobertura da Terra no Contexto das Grandes Bacias Hidrográficas do Distrito Federal. **Texto para Discussão**, n. 19, p. 1–24, 2016.

NEVES, Glauber *et al.* Relação entre a dinâmica da expansão das atividades agropastoris e o relevo da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, Planalto Central Brasileiro. *In*: **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. João Pessoa: INPE, 2015, p. 2015–2022.

NEVES, Glauber *et al.* Dinâmica da Cobertura da Terra do Distrito Federal dentro de duas Unidades Geomorfológicas. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 3, p. 383–396, 2017.

OLIVEIRA, Fernando *et al.* Análise da Fragmentação da Paisagem da bacia Hidrográfica do Alto São Bartolomeu como Subsídio ao Modelo Pressão-Estado-Resposta. **Espaço e Geografia**, v. 17, n. 1, p. 207–234, 2014.

PIRES, Valquiria *et al.* Mapeamento do uso e ocupação da terra como subsídio para o planejamento ambiental. **Ambiência**, v. 12, n. Especial, p. 899–908, 2016.

PIROLI, Edson Luis. **Água e Bacias Hidrográficas: Planejamento, gestão e manejo para enfrentamento de crises hídricas**. São Paulo: Editora UNESP, 2022.

Projeto MapBiomas – Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Coleções Mapbiomas. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 6 Mai. 2023.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: RIBEIRO, José Felipe; ALMEIDA, Semíramis; SANO, Sueli (Orgs.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008, p. 151–2012.

ROBAINA, Luis Eduardo de Souza; TRENTIN, Romário; NARDIN, Dionara de; *et al.* Método e técnicas geográficas utilizadas na análise e zoneamento ambiental. **Revista Geografias**, v. 5, n. 2, p. 36–49, 2009.

SANO, Edson *et al.* Estimativa da variação na demanda por água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 508–515, 2005.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO DISTRITO FEDERAL (SEDUH-DF). **GeoPortal/DF**. Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: 23 Jan. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO DISTRITO FEDERAL- DF, SEMA-DF. **Água e riscos ecológicos**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Proteção Animal do Distrito Federal. Disponível em: <<https://www.sema.df.gov.br/agua-e-riscos-ecologicos/>>. Acesso em: 11 Jul. 2023.

SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: A Geoecologia das Paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 4–17, 2014.

SILVA, Fernando. Análise da agricultura irrigada no Distrito Federal. **Espaço e Geografia**, v. 19, n. 2, p. 375–400, 2016.

SILVA, Gabriela Mendonça da; VIEIRA, Antônio Fabio Sabba Guimarães; ALVES, André Campos. Análise da ocupação da terra em área de risco: Um estudo de caso

no bairro Nova Cidade, Manaus-AM. **Cadernos de Geografia**, v. 33, n. 72, p. 93–109, 2023.

SENA-SOUZA, João Paulo *et al.* Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal. **Espaço e Geografia**, v. 17, n. 1, p. 71–95, 2014.

STEINBERGER, Marília. Região Centro-oeste: Uma Visão Geopolítica. **Sociedade e Cultura**, v. 3, n. 1, p. 31–49, 2000.

WADT, Paulo Guilherme Salvador *et al.* Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas. **Documentos**, n. 90, p. 1–28, 2003.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO DISTRITO FEDERAL, ZEE-DF. **Caderno Técnico: Matriz Ecológica**. Brasília: GDF, 2018. Disponível em: <<https://www.zee.df.gov.br/documentos-tecnicos-do-zee-df/>>. Acesso em: 7 Jul. 2023.