



## Diagnóstico da fragmentação de formações florestais e savânicas na bacia hidrográfica do rio Paracatu

Adrieny Kerollen Alves LOPES <sup>1</sup>, Mateus Duarte SEGISMUNDO <sup>\*2</sup>,  
Fernando Luiz de Paula SANTIL <sup>1</sup>, João Vitor Meza BRAVO <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

\*E-mail: [mateusduseg@gmail.com](mailto:mateusduseg@gmail.com)

Submetido em: 09/09/2024; Aceito em: 19/01/2025; Publicado em: 05/03/2025.

**RESUMO:** A Bacia do Rio Paracatu, situada no Bioma Cerrado, vem sofrendo desde a década de 1970, com intensos processos de conversão de uso da terra, com alteração da paisagem através do intenso desmatamento. Desta maneira, o objetivo do artigo consistiu em analisar as mudanças espaço-temporais do uso da terra, no horizonte de 30 anos, e seus impactos da fragmentação da vegetação de Cerrado na Bacia do Rio Paracatu, no estado de Minas Gerais. Para a realização deste trabalho, utilizou-se de dados do MapBiomas dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. A partir desses dados, foi realizada a classificação das principais categorias de uso da terra para as classes a saber, Formação Florestal, Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Usos (pastagem e agricultura), Silvicultura, Mineração, Área Urbana, Outras Áreas não Vegetadas e Rios e lagos. Sendo assim, através dos dados de arquivo vetorial foi possível averiguar a evolução da dinâmica da cobertura da terra ao longo do período analisado. Nos resultados da pesquisa, observou-se que ocorreu uma redução do grupo floresta (Formações florestais e savânicas) de 7,8% entre os anos de 1990 a 2020, enquanto no mesmo período houve um crescimento das classes agricultura (6,91%), silvicultura (3,77%) e mineração (0,08%).

**Palavras-chave:** ecologia da paisagem; uso da terra; bioma Cerrado.

### Diagnosis of the fragmentation of forest and savannah formations in the Paracatu river basin

**ABSTRACT:** The Paracatu River Basin, located in the Cerrado Biome, has been suffering since the 1970s from intense processes of land use conversion, altering the landscape through intense deforestation. The aim of this article was to analyze the spatio-temporal changes in land use over a 30-year period and the impacts of fragmentation of Cerrado vegetation in the Paracatu River Basin, in the state of Minas Gerais. To carry out this work, MapBiomas data from 1990, 2000, 2010 and 2020 was used. Based on this data, the main categories of land use were classified into the following classes: Forest Formation, Savannah Formation, Swampy Field and Area, Campestre Formation, Rock Outcrop, Pasture, Agriculture, Mosaic of Uses (pasture and agriculture), Forestry, Mining, Urban Area, Other Unvegetated Areas and Rivers and Lakes. Thus, through the vector file data, it was possible to ascertain the evolution of land cover dynamics over the period analyzed. The results of the research show that there was a 7.8% reduction in the forest group (forest and savannah formations) between 1990 and 2020, while in the same period there was an increase in the agriculture (6.91%), forestry (3.77%) and mining (0.08%) classes.

**Keywords:** landscape ecology; land use; Cerrado biome.

## 1. INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal consiste em uma separação de áreas amplas em fragmentos segregados, que por consequência promove a redução e divisão dos habitats em unidades menores e isoladas (ANDRADE et al., 2020). Esse processo é considerado preocupante, devido ao aumento do desmatamento que provoca a redução de áreas florestadas, o que influencia diretamente o equilíbrio do ambiente, principalmente nas questões ecológicas, sociais, climáticas, como também em outros aspectos que contribuem para a manutenção da biodiversidade e da qualidade ambiental.

Segundo França et al. (2019) as pesquisas de Ecologia da Paisagem direcionadas a etapas de planejamento, diagnóstico e manutenção de projetos ambientais em distintas situações,

podem contribuir para a gestão florestal de recursos naturais e ordenamento do território, entretanto, em seu estudo ressalta que no Brasil há uma lacuna a ser preenchida no que tange a produção científica avançada no assunto.

No decorrer da história da ocupação e exploração do território brasileiro, o bioma Cerrado sofreu - e ainda sofre - com a ocupação humana, provocada sobretudo pela pressão frequente por desmatamento de novas áreas para expansão agrária levando a exaustão dos seus recursos naturais (MEDEIROS, 2011). A Bacia do Rio Paracatu, situada no Bioma Cerrado, apresenta desde a década de 1970, processos de desmatamento e conversão de uso da terra. Naquela época, houve uma aceleração brusca da expansão

agropecuária, devido aos programas de incentivo de ocupação do Noroeste de Minas Gerais, região onde se encontra a maior porção da Bacia.

Com a modernização da agricultura, as condições planas do relevo da região permitiram o uso de mecanização agrícola, modificando-se rapidamente a paisagem através da retirada expressiva da cobertura vegetal natural (SILVA, 2001). Outro aspecto que permitiu o plantio no cerrado foi o uso de calcário para a correção da acidez do solo, pois os solos nesse bioma são normalmente ácidos e de baixa fertilidade (MARASCHIN et al., 2020). A partir da década de 1990, ocorreu o avanço da agricultura irrigada sobre outras formas tradicionais de ocupação da terra, que se tornaram praticamente inviáveis em algumas regiões, e nas áreas que não eram aptas à agricultura irrigada, tornou-se crescente o uso da pecuária (GOMES, 2007). Este cenário, ainda predomina na região da Bacia do Rio Paracatu, e um fator preocupante é a existência de poucas áreas protegidas, uma vez que estas são de fundamental importância para a manutenção, preservação e equilíbrio do ecossistema (MELO; ASSUNÇÃO, 2011).

Diante da exploração na região, é fundamental a realização de pesquisas, sobretudo nos locais que possuem fragmentos significativos e que estão protegidos de alguma forma (GAMARRA et al., 2021). Identificar a existência do processo de fragmentação da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, é muito importante, tendo em vista que nos últimos anos tem se tornando uma grande região de exploração agropecuária, fato este que pode contribuir direta ou indiretamente para o aumento do processo de fragmentação da paisagem e mudanças nas ações voltadas para o uso e ocupação da terra.

Os estudos voltados para a análise da fragmentação da paisagem têm se tornado de grande relevância, já que contribuem para a identificação do avanço desse processo tornando possível a elaboração de estratégias que contribuam para a melhoria da gestão dos impactos ambientais na região estudada. Assim, avaliar a estrutura da paisagem é um passo importante no diagnóstico de problemas atuais e serve para prever cenários e apontar mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural (CALEGARI et al., 2010).

A fragmentação florestal pode ser estudada pela Ecologia da Paisagem, através de dados espaciais são caracterizadas as condições atuais, o desenvolvimento e a mudança temporal dos fragmentos. Para isso, as métricas da paisagem têm servido como suporte à essa ciência, essas, consistem em equações que descrevem de forma quantitativa a composição estrutural e a configuração espacial da paisagem (YU et al., 2019). Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar as mudanças espaço-temporais do uso da terra, na amplitude temporal entre 1990 a 2020, e seus impactos da fragmentação da vegetação de Cerrado na Bacia do Rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de estudo

A Bacia do Rio Paracatu (BRP) é uma importante sub-bacia do rio São Francisco, situada quase em sua totalidade na região Noroeste do estado de Minas Gerais, na porção do Médio São Francisco, entre os paralelos 15° 30' a 19° 30' de latitude Sul e entre 45° 10' a 47° 30' de longitude Oeste. Apresenta uma área de aproximadamente 45.000 km<sup>2</sup>, abrange uma ampla região geográfica com pequenas áreas, que incluem o Estado de Goiás e Distrito Federal (Figura 1).

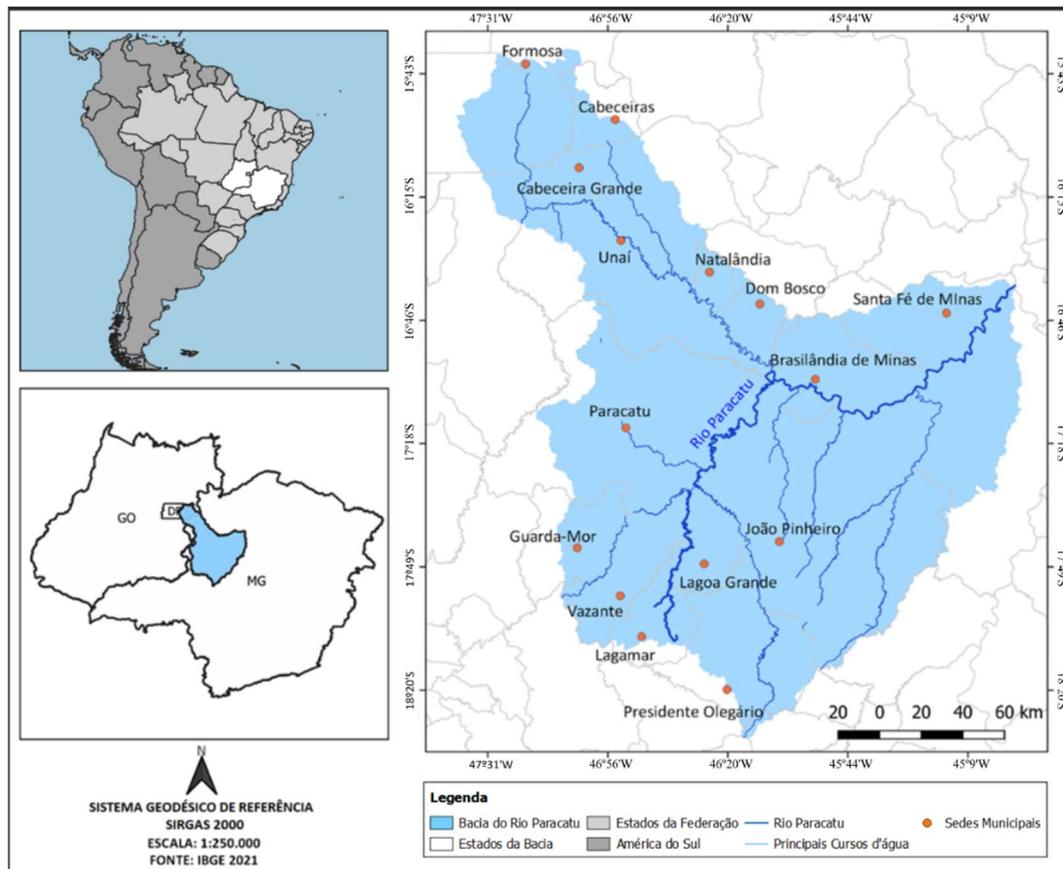


Figura 1. Mapa de localização da Bacia do Rio Paracatu, região Noroeste de MG, GO e DF - Brasil.

Figure 1. Location map of the Paracatu River Basin, the northwest region of MG, GO and DF - Brazil.

Em sua extensão, a bacia abrange os municípios mineiros de Paracatu, Guarda-Mor, Lagamar, Presidente Olegário, Buritizinho, Santa Fé de Minas, Dom Bosco, Unaí, Cabeceira Grande, Natalândia, Brasilândia de Minas, João Pinheiro, São Gonçalo do Abaeté; municípios goianos de Cristalina, Formosa, Cabeceiras; e o Distrito Federal. Sendo que suas principais sub-bacias incluem a do Ribeirão entre Ribeiros, do rio Preto, do rio do Sono, do rio Escuro e do rio da Prata (MELO; ASSUNÇÃO, 2011).

De acordo com a classificação climática de Köppen o clima na bacia é do tipo Aw, clima tropical chuvoso típico, com temperaturas elevadas (IGAM, 2006). Ainda, segundo o IGAM, 92% da área de drenagem da bacia pertence ao Estado de Minas Gerais, os outros 8% estão divididos no estado de Goiás (5%) e no Distrito Federal (3%).

A bacia se encontra inserida no bioma Cerrado com diversos tipos de vegetação existentes, dentre eles se destacam as veredas, cerradão, campo cerrado e parque de cerrado (VASCONCELOS et al., 2012).

Segundo o Plano Diretor da Bacia do Rio Paracatu (IGAM, 2006), a região apresenta três unidades geomorfológicas, Depressão Sanfranciscana, Planalto do São Francisco e Cristas de Unaí. Quanto à geologia, a bacia é constituída por rochas pré-cambrianas, depósitos sedimentares da idade cretácea, com sedimentos e coberturas detriticas do terciário e quaternário (IGAM, 2006).

Devido sua extensão, a bacia em estudo apresenta solos bastante diversificados, como Latossolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos litólicos e Cambissolos, assim, os usos da terra e da cobertura vegetal são os mais variados (IGAM, 2006). Um exemplo disso, é a Região Noroeste de Minas, onde se encontra a maior porção da bacia, que apresenta um processo de ocupação bastante antigo, com destaque para os municípios de Unaí e Paracatu, que apresentam extensas áreas agrícolas, além de atividades industriais e de mineração (MELO; ASSUNÇÃO, 2011).

### 2.2. Uso da Terra e Mapeamento dos Fragmentos Florestais

Para a realização deste estudo foram utilizados dados das bases cartográficas de 2021, das Bacias Hidrográficas do Brasil (BHB250), fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, para auxiliar na delimitação da Bacia hidrográfica do Rio Paracatu.

Após a delimitação da bacia, foi realizado o mapeamento de uso e ocupação da terra e dos fragmentos florestais pela extensão da bacia hidrográfica, com uso das imagens disponíveis na plataforma de mapas e dados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomas (MapBiomas, 2023). O MapBiomas é um projeto produzido por uma rede colaborativa formada por ONGs, universidades e empresas de tecnologia, que disponibilizam informações técnicas sobre a cobertura da terra, tornando possível buscar a conservação e manejo correto dos recursos. A plataforma utiliza classificação pixel a pixel de imagens de satélites *Landsat*, com resolução de 30 metros, para criar os mapas anuais de cobertura e uso da terra, com o auxílio da plataforma *Google Earth Engine*.

Para análise dos dados utilizou-se a Coleção 7 de dados do MapBiomas, que disponibiliza dados de 1985 a 2021. Foram avaliados os dados referentes aos anos 1990, 2000, 2010 e 2020. Considerou-se um período de intervalo de 10 anos entre os dados avaliados por se tratar de um intervalo

de tempo em que podem ocorrer alterações significativas na paisagem. O processamento desses dados foi realizado em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG, com uso dos recursos do software livre QGIS versão 3.22.

A partir dos dados de uso e ocupação da terra do MapBiomas foram identificadas as classes de uso da terra presentes na área da bacia. Os dados foram reclassificados, fez-se a junção de dados pertencentes a uma mesma classe, para cada década estudada, conforme as legendas de nível 2 da própria base de dados, sendo elas, Formação Florestal, Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Usos (pastagem e agricultura), Silvicultura, Mineração, Área Urbana, Outras Áreas não Vegetadas e Rios e lagos.

Vale ressaltar, que pode haver algumas discrepâncias nos dados encontrados no Mapbiomas, visto que sua classe de nível 2 apresenta uma acurácia média por área e localização de uso e cobertura da terra de 87,91% para o Brasil e de 79,88% para o bioma Cerrado (SOUZA JR et al., 2020).

A Tabela 1 apresenta a descrição das 13 classes de nível 2 utilizadas do Mapbiomas e o grande grupo a que pertencem. Além disso, o arquivo *raster* de uso e ocupação da terra foi transformado em vetorial tornando possível o cálculo dos dados de área em km<sup>2</sup> e a porcentagem que cada uma das classes existentes na área de estudo ocupa em relação a área total. Ainda, foram elaborados mapas de uso e ocupação da terra com melhor definição.

Além disso, esta pesquisa optou por dar um enfoque maior ao grupo Floresta (Formações Florestais e Savânicas), considerando os significativos impactos que essas formações têm sofrido ao longo do tempo e sua fundamental importância para a manutenção da ecologia.

### 2.3. Cálculo das métricas da paisagem e análise dos dados

A partir dos dados raster de uso e ocupação da terra de cada ano estudado (1990, 2000, 2010 e 2020), as classes de vegetação, Formação Florestal e Formação Savânica, foram reclassificadas e agrupadas como uma camada única, o grupo Floresta. Com o intuito de se obter as estatísticas da paisagem, foram aplicadas as métricas de ecologia da paisagem à nova classe.

As métricas foram produzidas utilizando o plugin LECOS (*Landscape ecology statistics*) do QGIS, que utiliza bibliotecas de código aberto para efetuar cálculos das funções de análises métricas, através das manchas identificadas na imagem. Para o cálculo das métricas da paisagem foram selecionados os índices que possibilitaram quantificar os elementos da paisagem, seguindo a classificação de Mcgarigal; Marks (1995), porém adaptando-as para serem aplicadas no software.

Foram selecionados um conjunto de estatísticas e foi considerada a dinâmica da região estudada, com o intuito de realizar a análise de área, borda, densidade, forma e proximidade desses fragmentos, pois essas são características de grande importância para entender a dinâmica e o impacto da fragmentação ao longo dos anos. Assim, as métricas selecionadas foram a Área da Classe, Proporção da Classe, Comprimento Total de Bordas, Densidade de Bordas, Número de Fragmentos, Área de Fragmento Média, Índice de Forma Médio e Porcentagem de Manchas Conectadas (Tabela 2).

Tabela 1. Classes de uso e ocupação da terra, entre os anos de 1990 a 2020, para a Bacia do Rio Paracatu, Brasil.

Table 1. Land use and occupation classes between 1990 and 2020 for the Paracatu River Basin, Brazil.

Grande Grupo	Classes Utilizadas	Síglas	Descrição
Floresta	Formação Florestal	FF	Incluem tipos de vegetação que apresentam predominância de espécies arbóreas com formação de dossel contínuo, como Mata ciliar, Mata de Galeria, Mata seca e Cerradão.
	Formação Savânica	FS	Formações com estrato arbóreo e arbustivo-herbáceo bem definidos, como Cerrado sentido restrito, cerrado ralo, cerrado denso, cerrado típico e cerrado rupestre.
	Formação campestre	FC	Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) e algumas áreas de formações savânicas como o Cerrado rupestre.
Formação natural não florestal	Campo alagado e Área pantanosa	CAAP	Vegetação com predomínio de estrato herbáceo sujeito ao alagamento sazonal ou sobre influência fluvial, como Campo úmido, Brejo, Parque Cerrado, Veredas e Palmeiral.
	Afloramento Rochoso	AR	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupestre e alta declividade.
Agropecuária	Pastagem	PAST	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
	Agricultura	AGR	Áreas com cultivos de lavouras temporárias e perenes, como soja, cana, algodão, café, citrus, entre outros.
	Silvicultura	SILV	Consiste em espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).
	Mosaico de Usos	MU	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem, agricultura e silvicultura.
Área não vegetada	Minação	M	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica.
	Área Urbana	AU	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
	Outras áreas Não Vegetadas	ONV	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes e regiões de solo exposto em área natural ou em áreas de cultura em entressafra.
Corpo d'água	Rios e Lagos	RL	Rios, lagos, represas, lagos artificiais, reservatórios e outros corpos d'água.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Tabela 2. Índices de ecologia da paisagem gerados para os fragmentos florestais para a bacia do Rio Paracatu, Brasil – de 1990 a 2020.

Table 2. Landscape ecology indices generated for forest fragments in the Paracatu River basin, Brazil - from 1990 to 2020.

Métrica	Síglas	Grupo (unidade)	Descrição
Área da classe ( <i>Land Cover</i> )	LAND	Área (m <sup>2</sup> )	Conta o número de células por classe e multiplica pelo tamanho da célula.
Proporção da Classe ( <i>Landscape Proportion</i> )	PLAND	Área (%)	Mostra a porcentagem ocupada pela classe dentro da área determinada.
Comprimento Total de Bordas ( <i>Total Edge Length</i> )	TE	Borda (m)	Perímetro total de todas as manchas, sendo a soma de perímetro de todas as manchas.
Número de Fragmentos ( <i>Number of Patcher</i> )	NUMP	Densidade (adm.)	Corresponde ao número total de fragmentos de cada tipo de classe.
Área de Fragmento Média ( <i>Mean Patch Area</i> )	MPS	Densidade (m <sup>2</sup> )	Corresponde à área média dos fragmentos de cada classe.
Índice de Forma Médio ( <i>Mean shape index</i> )	MSI	Forma (adm.)	A razão entre o perímetro e a área dos fragmentos de cada classe.
Porcentagem de Manchas Conectadas ( <i>Percentage of like Adjacencies</i> )	PLADJ	Proximidade (%)	Porcentagem do grau de conectividade de células da mesma classe.

Fonte: Adaptado de McGarigal; Marks (1995).

As métricas Área da Classe, Área de Fragmento Média, Comprimento Total de Bordas e Densidade de Bordas são dadas em metros (m), mas foram convertidas para quilômetros (km) tornando mais clara a forma como o resultado é expresso.

Ainda, para complementar as análises métricas e de uso da terra realizou-se uma análise do relevo da área da BRP, com o intuito de se obter a relação dos fragmentos e da

degradação existente com a declividade do terreno. O mapa de relevo da bacia foi gerado a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizado pelo projeto “Brasil em Relevo”.

Esse projeto é coordenado pela Embrapa Territorial, e disponibiliza mosaicos da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), do projeto da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), adaptados para análise de paisagens

de todo o Brasil, cujo propósito é atuar na produção de um banco de dados digital.

A partir do MDE foi extraída a declividade, correspondente ao ângulo de inclinação da superfície, que é expressa como a mudança de elevação sobre certa distância. Esta camada foi elaborada em porcentagem e as classes foram separadas em seis intervalos, de acordo com a classificação da EMBRAPA, segundo Calderano Filho et al. (2003), como Plano (0% a 3%), Suave Ondulado (3% a 8%), Ondulado (8% a 20%), Forte Ondulado (20% a 45%), Montanhoso (45% a 75%) e escarpado (>75%).

### 3. RESULTADOS

Verificou-se visualmente que no ano 1990 a classe Formação Savânica era predominante (Figura 2). Nota-se ainda, que as classes de uso antrópico, como Agricultura, Silvicultura, Mineração e Área Urbana não se destacam visivelmente neste ano, porém o mesmo não ocorre com a classe Pastagem, que se destaca por toda a região da BRP. Do ano 2000 até 2020 foi possível observar uma diminuição nas classes do grupo floresta (Formação Florestal e Formação Savânica) e um crescimento acentuado nas demais classes, principalmente de Pastagem, Agricultura e Silvicultura.

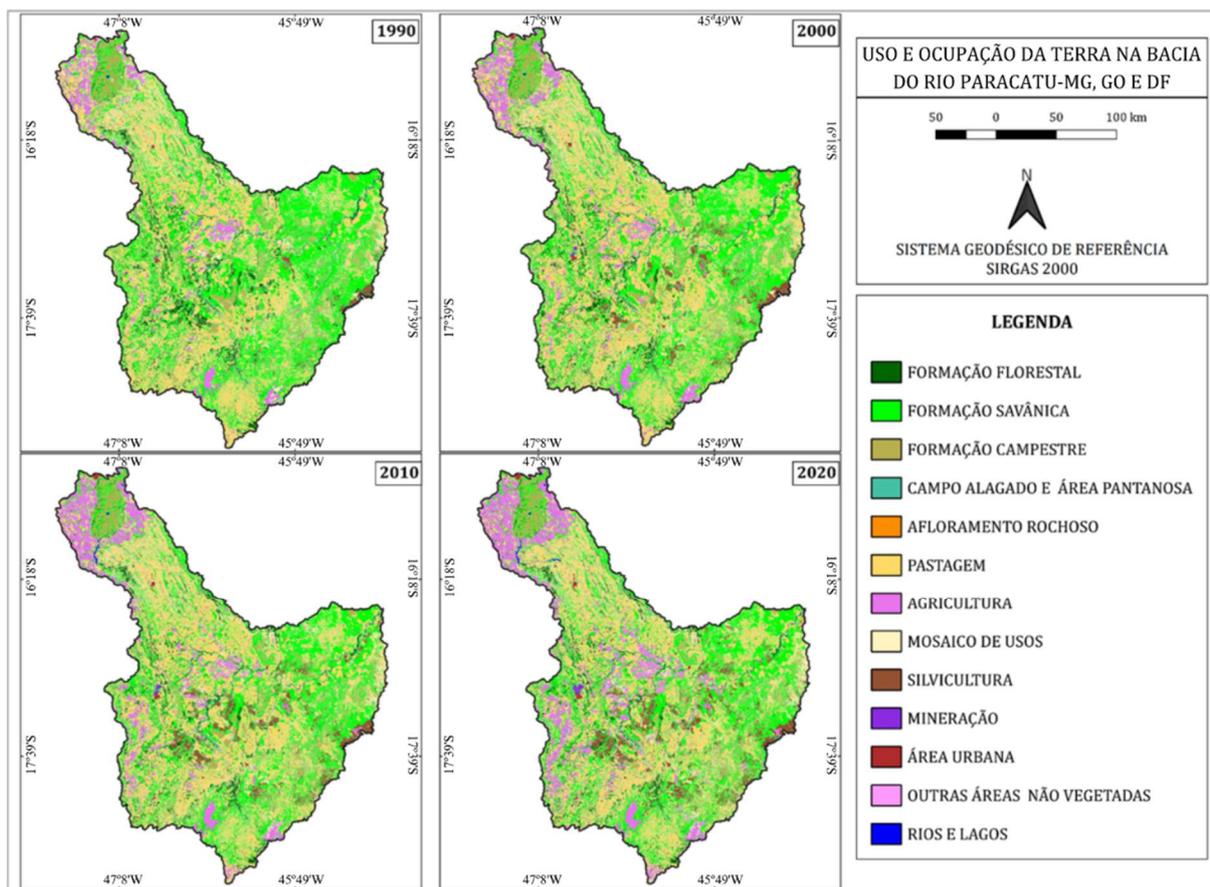


Figura 2. Uso e Ocupação da terra para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 na Bacia do Rio Paracatu (MG, GO e DF) - Brasil.  
 Figure 2. Land use and occupation for the years 1990, 2000, 2010 and 2020 in the Paracatu River Basin (MG, GO and DF) - Brazil.

Esses resultados podem ser visualizados através dos dados da Tabela 3, que apresentam os valores de área em km<sup>2</sup> e a porcentagem que cada classe ocupa na BRP para os anos considerados. Como pode ser observado, no ano de 1990 a classe Formação Savânica (FS) representa o elemento matriz da paisagem e ocupava 35,79%, o que equivale a 16.120,6 km<sup>2</sup> da área total da BRP, seguida da classe Pastagem (PAST), que ocupava 30,38% da área total. Este cenário foi alterado ao longo dos anos subsequentes, onde a classe FS diminuiu gradativamente e passou a ocupar 29,35% do território total da BRP no ano de 2020, sendo que equivale aproximadamente ao que foi ocupado pela classe PAST (29,18%) neste mesmo ano. Ao longo dos 30 anos de estudo a FS apresentou uma perda de vegetação de 6,44%, sendo que o intervalo entre os anos de 2010 a 2020 foi o que apresentou a menor perda.

Observou-se que as classes Formação Florestal (FF) e Formação Campestre (FC) ocupavam um pequeno percentual da área da bacia, com 9,64% e 8,86% respectivamente no ano de 1990. Esse percentual é ainda

menor se tratando das classes Campo Alagado e Área Pantanosa (CAAP) e Afloramento Rochoso (AR) neste mesmo ano. Esses índices diminuem ao longo dos anos e as classes FF e FC chegam a representar 8,49% e 7,69%, respectivamente, no ano de 2020. O mesmo não ocorre com a classe CAAP que aumentou ao longo dos anos estudados. Por outro lado, a classe AR não sofre alteração ao longo dos anos.

A classe Pastagem (PAST) ocupava 30,38% do território da BRP no ano de 1990, houve incremento de aproximadamente 3% no ano 2000 (33,25%), porém a partir de 2010 a classe passa a diminuir. Segundo CETEC-MG (1981), até 1975 já predominava na bacia uma região conhecida como Sertões, ou seja, uma porção com vastas áreas utilizadas para pecuária extensiva de baixa tecnologia em pastagens naturais, o que explica a grande proporção ocupada pela classe PAST já em 1990. Por outro lado, a classe Agricultura (AGR) que em 1990 apresentava uma pequena proporção de cobertura da bacia, 3,87%, obteve aumento ao longo dos anos e passou a ocupar 10,78% da BRP em 2020.

As áreas em que não foi possível distinguir entre agricultura e pastagem, correspondente à classe Mosaico de Usos, passou por poucas alterações durante os anos considerados.

A partir de 2001, com as mudanças do cenário econômico e os incentivos governamentais, a expansão agrícola se tornou mais favorável na região. Segundo Vasconcelos (2010) a área plantada de agricultura na região Noroeste de

Minas apresentou um crescimento de 250.000 ha (70%) de 1996 até 2005. Com o avanço das tecnologias de irrigação e mecanização agrícola, a pecuária foi perdendo cada vez mais espaço para o crescimento da agricultura, com foco de dispersão no extremo leste da Bacia, até ocupar praticamente toda a metade leste.

Tabela 3. Dados de Uso e Ocupação da Terra para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 na Bacia do Rio Paracatu (MG, GO e DF) - Brasil. Table 3. Land Use and Occupation Data for the years 1990, 2000, 2010 and 2020 in the Paracatu River Basin (MG, GO and DF) - Brazil.

Ano	Área	Classes de uso e ocupação da terra												
		FF	FS	FC	CAAP	AR	PAST	AGR	MU	SILV	M	AU	ONV	RL
1990	km <sup>2</sup>	4.341,1	16.120,6	3.990,2	439,7	8,2	13.683,9	1.741,6	3.727,3	406,2	9,3	48,2	262,8	265,1
	%	9,64	35,79	8,86	0,98	0,02	30,38	3,87	8,27	0,90	0,02	0,11	0,58	0,59
2000	km <sup>2</sup>	3.940,6	14.349,6	3.892,3	474,2	8,2	14.976,1	2.589,0	3.150,6	406,2	17,5	83,8	236,2	185,8
	%	8,75	31,86	8,64	1,05	0,02	33,25	5,75	7,0	2,52	0,04	0,19	0,52	0,41
2010	km <sup>2</sup>	3.809,5	13.439,1	3.817,2	510,3	8,2	14.418,1	3.564,9	3.402,9	1.537,3	26,2	100,4	191,5	215,4
	%	8,46	29,84	8,47	1,13	0,02	32,01	7,91	7,56	3,41	0,06	0,22	0,43	0,48
2020	km <sup>2</sup>	3.824,3	13.220,5	3.461,5	528,9	8,2	13.143,1	4.855,9	3.357,1	2.101,7	46,3	118,7	182,5	191,6
	%	8,49	29,35	7,69	1,17	0,02	29,18	10,78	7,45	4,67	0,10	0,26	0,41	0,43

Legenda: FF: Formação Florestal; FS: Formação Savânica; FC: Formação Campestre; CAAP: Campo Alagado e Área Pantanosa; AR: Afloramento Rochoso; PAST: Pastagem; AGR: Agricultura; MU: Mosaico de Usos; SILV: Silvicultura; M: Mineração; AU: Área Urbana; ONV: Outras áreas Não Vegetadas; RL: Rios e Lagos.

Com essas inovações, houve a implementação de uma técnica agrícola denominada calagem. A calagem possibilitou a eliminação da acidez solo e o fornecimento de cálcio e magnésio para as plantas, possibilitando assim, o aumento do sistema radicular e uma melhor captação da água e dos nutrientes do solo (SANTIAGO; ROSSETTO, 2022). Sendo assim, desde 2011 a Região Noroeste do Estado de Minas Gerais, destaca-se como a principal região produtora de grãos do estado.

Ao analisar toda a área da BRP observou-se que os usos da terra em 1990, voltados para atividades de Silvicultura (Floresta Plantada) e Mineração, apresentam baixos índices de ocupação. A classe de uso Silvicultura (SILV) aumentou durante os anos e passou a ocupar 4,67% (2.101,7 km<sup>2</sup>) em 2020. Ainda, a classe Mineração (M) apresentou-se crescente ao longo dos anos, passou a representar 0,1% (46,3 km<sup>2</sup>) da área total da BRP, o que representa um crescimento de 37 km<sup>2</sup> durante 30 anos.

Apesar do crescimento da classe SILV ter apresentado baixos índices diante do vasto território da BRP, é importante destacar que nas últimas décadas houve um aumento da atividade florestal em larga escala em todo país, principalmente no estado de Minas Gerais. Observou-se através da Figura 2 que a classe SILV apresentou em alguns locais crescimento sob áreas que antes eram identificadas como PAST, porém, na porção central da bacia foi possível observar crescimento sob área de FS e FF, o que indica degradação nessas regiões.

Uma classe que também apresentou crescimento foi a classe AU (Área Urbana), enquanto a classe ONV apresentou perda ao longo dos anos. Já a classe referente aos Rios e Lagos (RL) diminuiu de 0,59% em 1990, para 0,41% em 2000, posteriormente apresentou incremento em 2010 com 0,48% e regressou para 0,43% em 2020. De acordo com Latuf (2007), os anos de 1996 e 1998, foram anos de conflito pelo uso da água na BRP, esses conflitos tendem a ocorrer em anos em que há grandes estiagens, pois ocorre a baixa na vazão dos rios.

Além disso, períodos de grandes estiagens também foram registrados na bacia nos anos de 2013 e 2017, em que diversas nascentes se esgotaram, alguns córregos se tornaram intermitentes e até mesmo grandes rios, como o Rio Paracatu,

sofreram com a escassez de água, que atingiu diversas cidades do Noroeste de Minas Gerais. Períodos como esses, de escassez de água associados a demanda intensa de seu uso para irrigação, implicam em diversos impactos negativos ao ambiente do entorno. Vasconcelos (2010) enfatiza a ocorrência de alguns processos na BRP de 1975 a 2008, e destaca dentre eles, a diminuição das áreas alagadas, pela drenagem para agricultura tradicional e irrigada, especialmente nas áreas de baixada da bacia.

É interessante observar ainda, que na BRP, foram identificadas muitas regiões que apresentam relevo ondulado (declividade de 8 a 20%) e fortemente ondulado (declividade de 20 a 45%), concentradas principalmente nas regiões mais externas, como pode ser observado na Figura 3. Na região mais central, a bacia apresenta uma grande região de relevo plano (0 a 3% de declividade). Nas regiões mais ao norte da bacia, onde se situam a Microrregião DF/GO e a Microrregião Pirapora predominam a presença de relevo suave ondulado (3 a 8% de declividade) e plano (0% a 3%).

Nota-se ainda, em uma comparação entre as classes de relevo e o uso e ocupação da terra na bacia, que nessas regiões onde o relevo é plano e suave ondulado, ocorreu maior desenvolvimento de classes de uso antrópico, como Pastagem, Agricultura e Silvicultura, enquanto nas regiões onde o relevo é forte ondulado, há maior predominância de classes florestais, como Formação Savânica e Formação Florestal. Isso comprova que o relevo/declividade do terreno condicionam o uso e ocupação do solo na região.

A análise da fragmentação das formações florestais e savânicas na BRP, pode ser visualizada na Figura 4, onde percebe-se que o grupo de Floresta (fragmentações florestais e savânicas), se mostrou intensamente fragmentada ao longo dos anos. Ainda, através da análise quantitativa das métricas da paisagem (Tabela 4), foi possível identificar como o processo de fragmentação das formações florestais e savânicas se acentuou nos períodos analisados. Foram encontrados 48.712 (NUMP) fragmentos florestais na área da bacia em 1990, e nas décadas subsequentes o número de fragmentos foi cada vez maior, tendo 48.178 fragmentos em 2000, 49.034 em 2010 e 52.427 fragmentos florestais em 2020.

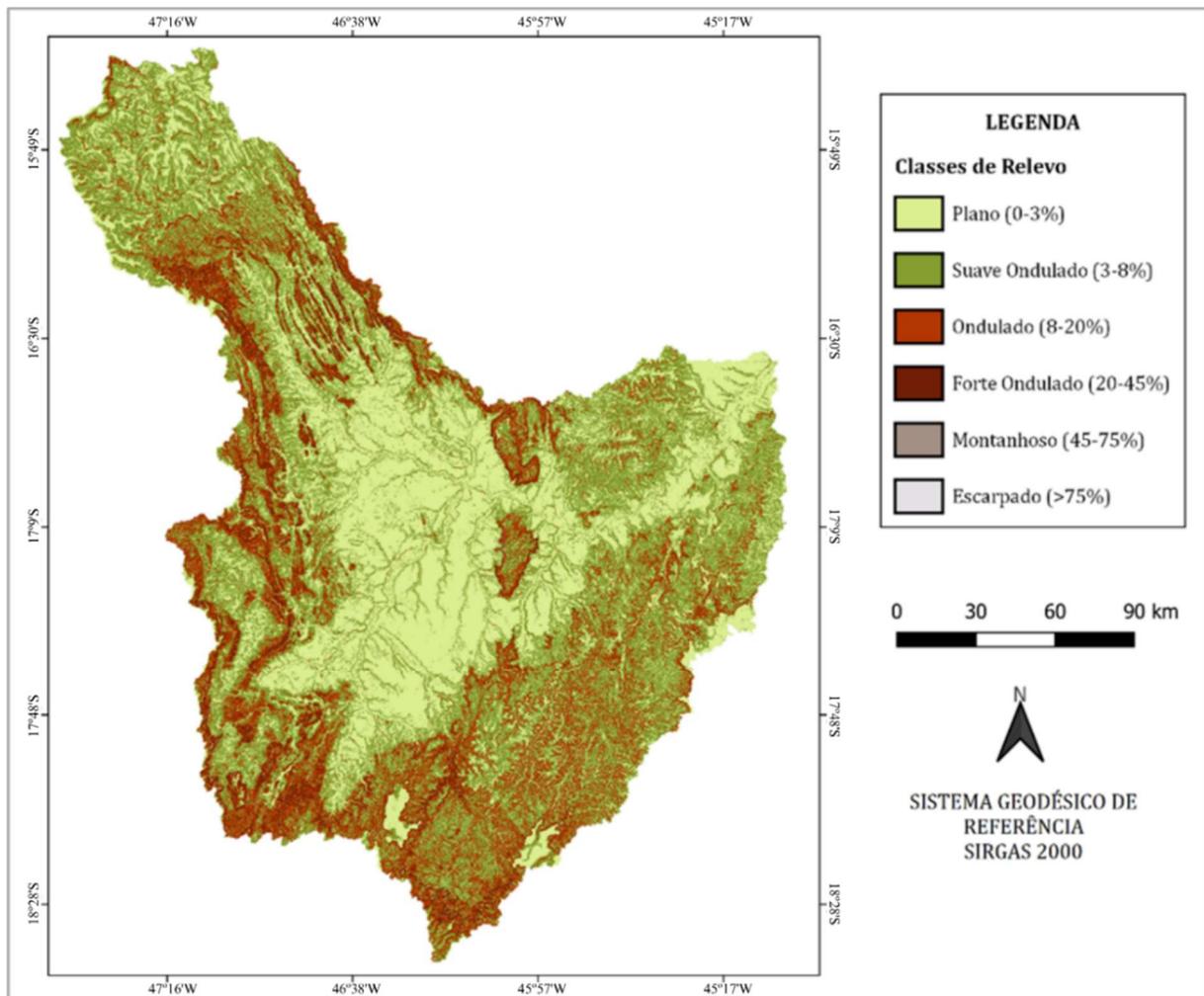


Figura 3. Mapa de relevo da Bacia do Rio Paracatu (MG, GO e DF) - Brasil.  
 Figure 3. Relief map of the Paracatu River Basin (MG, GO and DF) - Brazil.

Em 1990 o grupo Floresta ocupava 45,4% da área total da bacia (PLAND), o que equivale a 20.448,74 km<sup>2</sup> (Tabela 4). E durante os anos seguintes a área ocupada pelo grupo diminuiu consideravelmente, ocupando 37,9% em 2020.

Comparando a diminuição da proporção ocupada pelo grupo Floresta (PLAND) e o aumento do número de fragmentos (NUMP) aos dados de uso da terra descritos anteriormente, em que foi possível confirmar a expansão da agricultura e silvicultura no período estudado, entende-se que a expansão dessas classes, provavelmente, foi o principal fator que levou o processo de fragmentação a se agravar.

Entre os anos 1990 a 2000, houve uma redução do quantitativo de Floresta, com perda de 3.412,08 km<sup>2</sup>, que equivalem a 7,5%. Essa redução justifica o aumento de fragmentos florestais neste mesmo período. Para Guariz; Guariz (2020), os efeitos danosos da fragmentação das paisagens em qualquer região afetam o ecossistema e os processos ecológicos, com redução da fauna e flora, sendo mais agressivos nos fragmentos menores.

O comprimento total de bordas (TE) também é um índice que diminuiu ao longo dos anos analisados, em 1990 foram encontrados 231.935,88 km de borda e em 2020 este valor diminuiu para 222.009,36 km, contudo o ano de 2010 foi o que apresentou menores valores de TE. Alguns autores, como Echeverria et al. (2006), associam o NUMP com o TE, segundo eles os períodos nos quais os fragmentos são mais numerosos e menores, as bordas apresentam maiores

comprimentos. Porém, isso não ocorreu com a BRP durante os anos estudados, pois em 2020, quando o NUMP apresentou maior valor, o TE foi menor que a inicial, em 1990.

Notou-se que as bordas diminuíram conforme a paisagem se tornou fragmentada, o que significa que, mesmo com o aumento das subdivisões dos fragmentos, não houve grande influência no tamanho das bordas destes, ou seja, houve menor espaço da mancha que ficou exposta a fatores externos. Esta diminuição de TE pode estar inteiramente relacionada ao formato menos irregular destes fragmentos, ou ainda, à maior conectividade entre eles. Topologicamente, estes fatores afetam o perímetro de polígonos.

Quanto a métrica de área de fragmento média (MPS), o período de 2010 obteve menor MPS em relação aos outros, chegou a 0,35 km<sup>2</sup>, enquanto o valor mais alto deste índice foi em 1990, com 0,42 km<sup>2</sup>. Dessa forma, entende-se que, entre os anos de 1990 e 2010, houve mudanças na paisagem, diretamente associadas às atividades antrópicas na região. No ano de 2020, houve uma melhora de 0,02 no âmbito da métrica de MPS.

Para Mullu (2016) o tamanho de um fragmento influencia os processos ecológicos que nele ocorrem, em parte devido às mudanças induzidas pela criação das bordas nesses habitats. Com os efeitos de borda de um habitat, há uma distância entre a borda e o centro do fragmento, quando os fragmentos são menores apresentam uma proporção maior

de habitat de borda em comparação quando os fragmentos são maiores.

Observou-se que o MPS foi proporcional ao TE, isso porque em períodos em que o NUMP foi maior, MPS e TE foram menores. Em períodos com menores índices de

fragmentação (NUMP menor) tendem a ocorrência de fragmentos maiores (MPS maior), o que aumenta o valor médio das manchas. Assim, diminui a quantidade de arestas ou bordas que os fragmentos possuem, consequentemente reduzindo também o TE.

Tabela 4. Valores de métricas das paisagens na Bacia do Rio Paracatu (MG, GO e DF) nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020.  
Table 4. Landscape metric values in the Paracatu River Basin (MG, GO and DF) in 1990, 2000, 2010 and 2020.

Ano	Grupo	Métricas				
		Land (km <sup>2</sup> )	Pland (%)	TE (km)	NUMP (adm.)	MPS (km <sup>2</sup> )
1990	Floresta (Formação florestal e Formação Savânica)	20.448,74	45,4	231.935,88	48.712	0,42
2000		18.290,30	40,6	221.586,66	48.178	0,38
2010		17.248,37	38,3	218.523,18	49.034	0,35
2020		17.036,66	37,9	222.009,60	52.427	0,37

Fonte: Autores (2022). Legenda: LAND: Área do Grupo; PLAND: Proporção do Grupo; TE: Comprimento Total de Bordas; NUMP: Número de Fragmentos; MPS: Área de Fragmento Média.

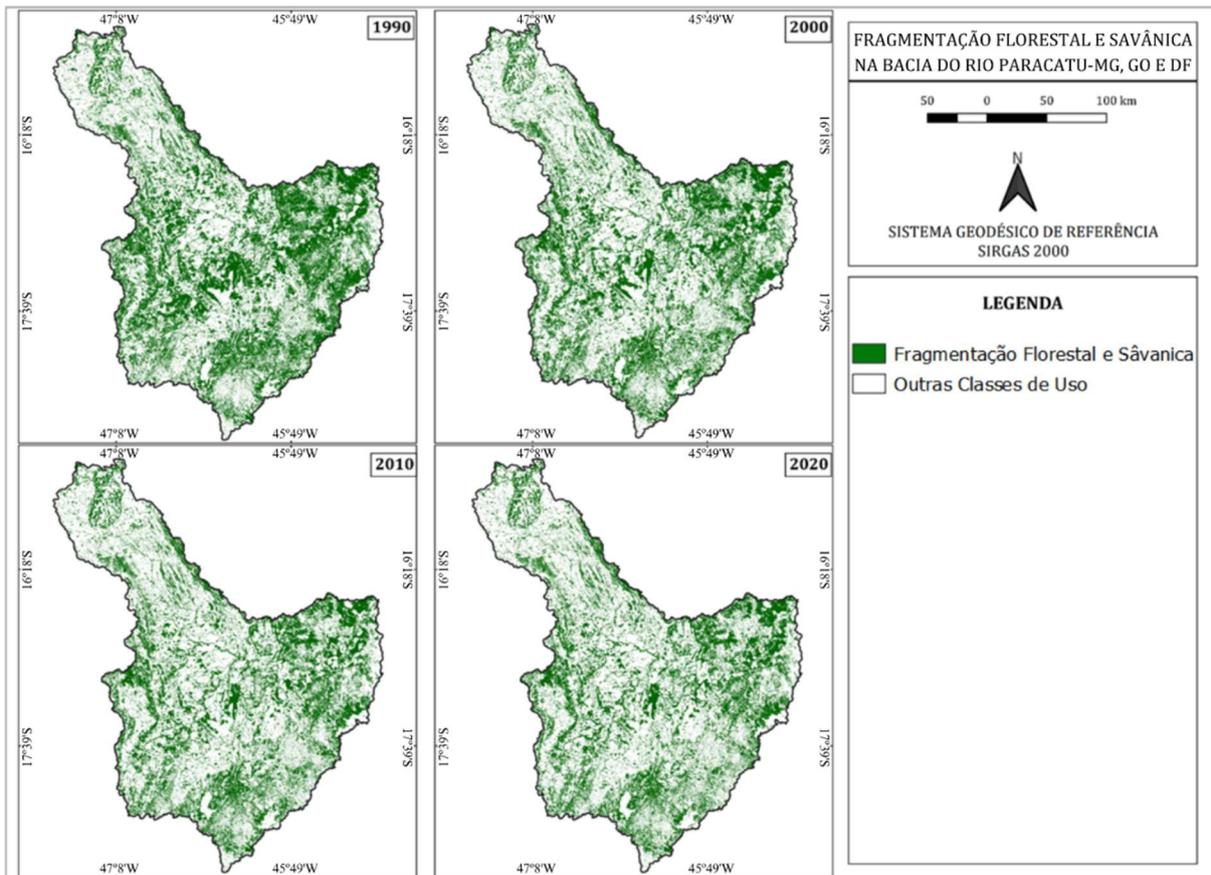


Figura 4. Fragmentação Florestal e Savânica da Bacia do Rio Paracatu (MG, GO e DF) nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020.  
Figure 4: Forest and Savanna Fragmentation in the Paracatu River Basin (MG, GO and DF) in 1990, 2000, 2010 and 2020.

#### 4. DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados desta pesquisa, constatou-se um aumento significativo na fragmentação das formações florestais e savânicas, bem como um avanço no desmatamento, ao longo do período de 1990 a 2020 na bacia hidrográfica do Rio Paracatu. Segundo Feitosa et al. (2023) esses elementos têm sido grandes fatores de preocupação nas regiões tropicais da América do Sul, e contribuem para uma rápida perda dessas áreas de floresta tropical, implicam assim, em uma série de problemáticas para o desenvolvimento desses ecossistemas.

Destaca-se que estudos a respeito da degradação nas bacias hidrográficas que se encontram no entorno da BRP, mostram o aumento de usos antrópicos da terra, como Silvicultura, Mineração e Pastagem. Mendes; Costa (2022),

em um estudo sobre a evolução espaço-temporal do uso e ocupação da terra na Bacia do Alto Rio das Velhas, entre os anos de 1985 e 2019, notaram um aumento de 299,30% na classe Floresta Plantada (Silvicultura).

Mata et al. (2007) em seu estudo na bacia do Rio Urucuiá, constatou que entre os anos de 1987 e 2007 houve uma perceptível mudança no padrão de uso da terra, com o aumento de áreas destinadas a uso agrícola, o provocou a diminuição de áreas de vegetação preservada. Silva; Ferreira (2019), identificaram uma perda de vegetação natural na bacia do Rio Paranaíba de aproximadamente 21% entre 1985 e 2003. Todavia, no período de 2003 a 2013 teve um acréscimo de 9%, justificado pela criação de unidades de conservação e implantação de políticas conservacionistas.

Em sua pesquisa realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Ubá – RJ, averiguou-se que o uso e ocupação da terra dessa área demonstrou a classe pastagem com 46,28%, as áreas urbanas com 16,81%, corpo d'água com 0,14% e solo exposto com 0,09% (FERNANDES; FERNANDES, 2017). Desta maneira, os autores apontaram que ao somar todos os usos que pertencem a natureza antrópica, soma-se o valor de 63,32% da bacia que está sob influência antrópica.

Em uma outra perspectiva, Siqueira; Faria (2023) ao investigar a dinâmica da paisagem no Rio Verde entre os anos de 1987 e 2016 manifestou perda de habitats naturais em qualidade e áreas, visto que as formações savânicas perderam espaço para atividades agrícolas ou foram antropizadas, havendo perda de áreas e a geração de uma vegetação mais fragmentada.

Desta maneira, há indícios de que a ação antrópica foi uma das principais causas para a perda do grupo floresta. Assim, entende-se que incentivos econômicos e sociais direcionados para a restauração de áreas degradadas, a proteção de zonas de preservação e o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis sem perda líquida de vegetação são aspectos fundamentais para aumentar a conformidade com o código Florestal brasileiro e conter o desmatamento de florestas e do cerrado (FERNANDES et al., 2022).

Apesar da mudança de paisagem da BRP ao longo dos anos, principalmente causadas pela ação antrópica, é importante salientar que essas alterações trouxeram consigo um ganho econômico e social para a região. Este fato, pode ser visualizado através dos municípios que estão inseridos na área da bacia. Por exemplo, o município de Paracatu, que em 1991 possui um índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,458, enquanto em 2010 este mesmo índice é estabelecido em 0,744 (IBGE, 2010). Também se percebe um aumento no PIB per capita do município, sendo ele de R\$ 20.086,97 no ano de 2010 e de R\$ 76.144,41 em 2021 (IBGE, 2021).

João Pinheiro é outro município localizado na bacia BRP que apresentou um avanço no aspecto econômico e social. Seu IDHM em 1991 era de 0,419, enquanto no ano de 2010 subiu para 0,697 (IBGE, 2010). Seu PIB per capita também aumentou de R\$ 13.633,13 no ano de 2010 para R\$ 44.929,59 em 2021 (IBGE, 2021). Desta forma, entende-se que alterações na paisagem é necessário para o desenvolvimento e qualidade de vida da população.

Sendo assim, é essencial a criação/programas que visem o desenvolvimento regional de forma ordenada que almeje a sustentabilidade. Diante disso, deve-se considerar a aplicação de um desenvolvimento sustentável, isto é, para que haja a utilização consciente dos recursos naturais, juntamente com o desenvolvimento necessário para uma melhor qualidade de vida da população. Segundo Romeiro (2012) para ser sustentável necessita-se três aspectos, sendo eles, um desenvolvimento economicamente eficiente, seja socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente equilibrado.

Dessa forma, com base nos estudos apresentados e nos resultados desta pesquisa, entende-se que alterações no uso e na ocupação do solo, quando realizadas sem o devido planejamento e gestão dos recursos naturais, intensificam a fragmentação de formações florestais e savânicas. Esse processo, por sua vez, contribui para a perda de habitats naturais.

## 5. CONCLUSÕES

As alterações espaço-temporais do uso e ocupação da terra observadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu (BRP) apontaram que no intervalo de 30 anos, ocorreram modificações na estrutura da cobertura da terra e na paisagem da área. As áreas do grupo Floresta compostas por Formações Florestais e Savânicas, apresentaram redução ao longo dos anos, com a ocorrência da expansão das áreas para fins agropecuários (Agricultura, Silvicultura e Pastagem), compondo assim, um processo de desmatamento e fragmentação da região.

Com isso, nesta pesquisa, averiguou-se que o processo de fragmentação aumentou no período entre 1990 e 2020 em toda a área, e os resultados das métricas de análise da paisagem apontaram um aumento da fragmentação do grupo floresta ao longo dos anos devido à expansão de atividades agrícolas e de silvicultura. Diante deste cenário, torna-se necessária a adoção de um planejamento regional ordenado que vise um desenvolvimento sustentável, isto é, para que haja crescimento econômico, qualidade de vida para a população e seja ecologicamente equilibrado.

Dentre as estratégias de planejamento ordenado, pode-se destacar medidas como o zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), infraestrutura planejada, gestão dos recursos hídricos e incentivos para práticas agrícolas sustentáveis. Além disso, é essencial promover a conscientização pública sobre a relevância da preservação dos ecossistemas naturais e do equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental, principalmente para áreas como a bacia hidrográfica do Rio Paracatu.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Á. S.; RIBEIRO, S. C. A.; PEREIRA, B. W. F.; BRANDÃO, V. V. P.; FERREIRA, B. M. Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará. *Ciência Florestal*, v. 30, p. 406-420, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509835074>
- CALDERANO FILHO, B.; PALMIERI, F.; GUERRA, A. J. T.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SILVA, E. F.; CAPECHE, C. L.; FONSECA, O. O. M. **Levantamento de solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da microbacia Janela das Andorinhas no Município de Nova Friburgo, RJ**. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 52p.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANE, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore*, v. 34, n. 35, p. 871-880, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500012>
- ECHEVERRIA, C.; COOMESA, D.; SALASC, J.; REY-BENAYASD, J.; LARAB, M.; NEWTONE, A. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. *Biological Conservation*, v. 130, p. 481-494, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.017>
- FEITOSA, T. B.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; FILHO, R. N. A. Temporal analysis of forest fragmentation in the Amazon rainforest of Tocantins State, Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 30, e20220076, 2023. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2022-0076>

- FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M. Análise espacial da fragmentação florestal da Bacia do Rio Ubá - RJ. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1429-1439, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509830330>.
- FERNANDES, M. M.; LIMA, A. H. S.; WANDERLEY, L. L.; FERNANDES, M. R. M.; FILHO, R. N. A. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 1227-1246, 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509845253>
- FRANÇA, L. C. de J.; MORANDI, D. T.; MENEZES, E. S. MUCIDA, D. P.; SILVA, M. D.; LISBOA, G. dos S. Ecologia de Paisagens Aplicada ao Ordenamento Territorial e Gestão Florestal: Procedimento Metodológicos. **Nativa**, v. 7, n. 5, p. 613-620, 2019. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7363>
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC-MG). 1981. **II Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro: Recursos Naturais**. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/consultaDetalheDocumento.php?CodDocumento=73101>>. Acesso em: 06 jun 2023.
- GAMARRA, R. M.; HIGA, L. T.; GAMARRA, M. C. T.; CARRIJO, M. G. G.; MOTA, J. S.; NOTARI, F.; RODRIGUES, A. G. S.; DALMAS, F. B.; PARANHOS FILHO, A. C. Fragmentation of vegetation in protected area in the cerrado region. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e27310716230, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16230>
- GOMES, L. de A. M. **Uso optimal do território de bacia hidrográfica com fundamentos no conceito de geociências agrárias e ambientais – bacia do ribeirão Entre Ribeiros no vale do rio Paracatu**. 2007. 191 f. Dissertação [Mestrado em Geologia] - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
- GUARIZ, H. R.; GUARIZ, F. R. Avaliação do tamanho e forma de fragmentos florestais por meio de métricas de paisagem para o Município de São Roque do Canaã, Noroeste do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 5, p. 2139-2153, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbfg.v13.5.p2139-2153>
- IBGE\_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Índice de desenvolvimento humano municipal**. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/paracatu.html>>. Acesso em: 10 jan 2025.
- IBGE\_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Índice de desenvolvimento humano municipal**. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/joao-pinheiro.html>>. Acesso em: 10 jan 2025.
- IBGE\_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: PIB per capita**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/paracatu.html>>. Acesso em: 10 jan 2025.
- IBGE\_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: PIB per capita**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/joao-pinheiro.html>>. Acesso em: 10 jan 2025.
- IBGE\_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases Cartográficas Contínuas**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- IGAM\_Instituto Mineiro de Gestão Das Águas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu** : Resumo Executivo. Belo Horizonte, 2006. 385p.
- LATUF, M. O. **Mudanças no uso do solo e comportamento hidrológico nas bacias do rio Preto e ribeirão Entre Ribeiros**. 2007. 103f. Dissertação [Mestrado em Engenharia Agrícola] – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MAPBIOMAS. **Códigos da Legenda – Coleção 7**. 2023. Disponível em: <[https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/EN\\_Codigos\\_da\\_Legenda\\_Colecao\\_7.pdf](https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/EN_Codigos_da_Legenda_Colecao_7.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J. F.; VIEIRA, C. R. Incubação do calcário e as características químicas de solos com texturas diferentes. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 43-51, 2020. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i1.6908>
- MATA, C. L.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. DE.; DE CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, ÉDER DE S.; GUIMARÃES, R. F. Avaliação multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do Rio Urucuaia (Mg) por meio da Equação Universal de Perda de Solos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 2, e94, 2007. <https://doi.org/10.20502/rbg.v8i2.94>
- MCGARIGAL, K; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1995. 122p. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- MEDEIROS, J. de D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2011. 532p. (Série Biodiversidade, 43)
- MELO, M. C. A.; ASSUNÇÃO, W. L. Bacia do Rio Paracatu: regime pluviométrico x consumo de água por pivô central. **Horizonte Científico**, v. 5, n. 2, p. 1-26, 2011.
- MENDES, I. A. S; COSTA, A. M. Mudança Temporal no Uso e Cobertura da Terra na Bacia do Alto Rio das Velhas. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 55, p. 154-175, 2022. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v55i0.82190>.
- MULLU, D. **A Review on the Effect of Habitat Fragmentation on Ecosystem**. Ethiopia: International Institute for Science, Technology and Education - Arba Minch University, 2016. 15p. Disponível em: [https://core.ac.uk/display/234656524?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/234656524?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1). Acessado: 05 set. 2023.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento Sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, p. 65-92, 2012.
- SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. 2022. **Embrapa: Calagem**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/diagnose-das-necessidades-nutricionais/recomendacao-de-correcao-e-adubacao/calagem>>. Acesso em: 10 jan 2025.
- SILVA, G. C.; FERREIRA, V. Uso e ocupação do solo e cenário tendencial de vazões na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, p. 139-159, 2019. <https://doi.org/10.26848/rbfg.v12.1.p139-159>
- SILVA, L. L. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entre as décadas de 60 e 80.

**Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 2, p. 25-36, 2001.  
<https://doi.org/10.14393/RCG2215251>

- SIQUEIRA, M. N.; FARIA, K. M. S. Analysis of the landscape dynamics in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil: a tool to choose priority areas for conservation. **Sociedade & Natureza**, v. 31, e38832, 2023. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-38832>.
- SOUZA JR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VEIRA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, e2735, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- VASCONCELOS, V. V. **Frentes agrícolas de irrigação e zoneamento ecológico-econômico: estudo de caso da bacia de Entre-Ribeiros – Noroeste de Minas Gerais**. 2010. 142f. Dissertação [Mestrado em Geografia] - PUC-Minas, Belo Horizonte. 2010.
- VASCONCELOS, V. V.; JUNIOR, P. P. M.; HADAD, R. M. **Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Paracatu (SF7)**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto e Fundação – CETEC, 2012. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1664.8804>
- YU, M.; HUANG, Y.; CHENG, X.; TIAN, J. An ArcMap plug-in for calculating landscape metrics of vector data. **Ecological Informatics**, v. 50, p. 207-219, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.02.004>

**Agradecimentos:** Ao Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (PPGMQ) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

**Contribuições dos autores:** A.K.A.L.: conceituação, metodologia, investigação ou coleta de dados, validação, redação (esboço original); M.D.S.: conceituação, metodologia, validação, redação (esboço original, revisão e edição); F.L.P.S.: conceituação, metodologia, administração ou supervisão, validação; J.V.M.B.: conceituação, metodologia, administração ou supervisão, validação.

**Disponibilidade de dados:** Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflito de interesses.



**Copyright:** © 2024 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).