



Uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal de 1990 até 2020

Beatriz Vasconcelos de Almeida¹ e Rogério Gonçalves Lacerda de Gouveia^{2,*}

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Frutal. E-mail: beatriz.almeida@uemg.br

² Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Frutal. E-mail: rogerio.gouveia@uemg.br

* Autor Correspondente: rogerio.gouveia@uemg.br

Recebido: 29/03/2024; Aceito: 05/06/2024

Resumo: Este artigo apresenta o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal, o índice de transformação antrópica demonstrou como as atividades de produção da sociedade exercem os efeitos sobre o ambiente e o espaço. O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar o uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal localizada no Estado de Minas Gerais, com área total de 127,44 km², nos anos 1990, 2005 e 2020. Foram utilizadas as imagens do satélite LANDSAT com resolução espacial de 30 m, em que o projeto MapBiomias processa os dados e disponibiliza um produto com várias classes de uso da terra desde 1985 até o momento. O grau de antropização foi verificado por meio do Índice de Transformação Antrópica. Foram identificadas doze classes de uso da terra na bacia do ribeirão Frutal: mata nativa, formação campestre, silvicultura, campo alagado, massas d'água, pastagem, agricultura, outras áreas não vegetadas, outras lavouras temporárias, citros, mineração e área urbanizada. Os resultados indicaram a diminuição nos percentuais das classes: 39,57% na pastagem, 0,27% em campo alagado e 0,49% em outras áreas não vegetadas. Por outro lado, a área de uso da terra aumentou 8,10% na soja, 26,87% cana, 1,95%, 6,4% área urbanizada. Assim, este estudo destacou uma alteração drástica na paisagem, e por meio do Índice de Transformação Antrópica, observou-se um aumento de 5,87 para 6,88 entre os anos de 1990 e 2020, indicando que a área de estudo permaneceu na classe degradada ao longo de todo o período analisado.

Palavras-chave: Conservação Ambiental; Geoprocessamento; Dinâmica de paisagem.

Land use and occupation in the ribeirão Frutal river basin from 1990 to 2020

Abstract: This article presents the use and occupation of the land in the hydrographic bay of the Frutal stream, the anthropic transformation index demonstrated how the production activities of society exert the effects on the environment and space. The objective of this work was to identify and quantify land use in the Frutal river basin located in the State of Minas Gerais, with a total area of 127.44 km², in the years 1990, 2005 and 2020. LANDSAT satellite images were used with spatial resolution of 30 m, in which the MapBiomias project processes the data and provides a product with various classes of land use from 1985 to date. The degree of anthropization was verified using the Anthropogenic Transformation Index. Twelve classes of land use were identified in the Frutal stream basin: native forest, rural formation, forestry, flooded field, water bodies, pasture, agriculture, other non-vegetated areas, other temporary crops, citrus, mining and urbanized area. The results indicated a decrease in class percentages: 39.57% in pasture, 0.27% in flooded fields and 0.49% in other non-vegetated areas. On the other hand, the land use area increased by 8.10% in soybeans, 26.87% sugarcane, 1.95%, 6.4% urbanized area. Thus, this study highlighted a drastic change in the landscape, and through the Anthropogenic Transformation Index, an increase was observed from 5.87 to 6.88 between the years 1990 and 2020, indicating that the study area remained in the class degraded throughout the analyzed period.

Key-words: Environmental conservation, Geoprocessing, Landscape dynamics.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é definida como um conjunto de superfícies inclinadas e uma rede de drenagem composta por cursos de água que convergem até formar um único leito no seu ponto de saída, conhecido como exultório (TUCCI, 1997).

Devido à ocupação desordenada decorrente de atividades humanas que impactam o uso do solo em uma determinada bacia hidrográfica, como a agricultura, pecuária, silvicultura, expansão urbana e atividades mineradoras, é possível observar potenciais danos ambientais que prejudicam negativamente o ecossistema (CUNHA et al., 2008).

Um estudo conduzido no Estado de Sergipe identificou uma diminuição de 40% na cobertura florestal em decorrência da ocupação humana. Esse panorama representa uma ameaça considerável à diversidade biológica regional (BEL GALINA et al., 2022).

Melo (2016) ao analisar as atividades antrópicas em uma bacia hidrográfica, observou que a citricultura, a criação de bovinos e a extração de sedimentos argilosos desempenharam um papel importante na dinâmica ambiental da paisagem.

Com o objetivo de evitar danos ambientais, ao adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência, buscase promover a conservação dos recursos naturais, compreender as complexas interações ambientais e realizar avaliações abrangentes que abordem não apenas a água, mas também o solo, a biodiversidade e outros componentes ecossistêmicos (SCHUSSEL & NASCIMENTO NETO, 2015).

Todos os impactos mencionados exercem uma influência direta na sociedade local, com ênfase na redução da produtividade agropecuária, aumento da insegurança alimentar, elevação nos custos de produção e a emergência de insegurança hídrica tanto para a agricultura quanto para a população urbana (DIAS & LIMA, 2021).

Com o propósito de identificar, quantificar e monitorar as transformações no uso da terra ao longo do tempo em uma bacia hidrográfica, as técnicas de geoprocessamento destacam-se pela utilidade, rapidez, custo reduzido e confiabilidade dos resultados obtidos (CÂMARA & MEDEIROS, 1998).

A caracterização ambiental é facilitada pela aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA), conforme proposto por MATEO (1984). Este índice avalia a influência das atividades humanas na área da bacia hidrográfica, permitindo a quantificação do nível de antropização ao longo de um determinado período.

Diante do exposto, este trabalho analisou a dinâmica do uso da terra e o índice de antropização em um período de trinta anos na bacia do ribeirão Frutal no Estado de Minas Gerais.

A realização deste estudo se justifica pela extrema importância que a bacia analisada detém para o município de Frutal/ MG. Este destaque está intrinsecamente relacionado à vitalidade da segurança hídrica para a população local, à preservação da segurança alimentar e à promoção da sustentabilidade dos preciosos recursos naturais que integram esse ecossistema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal (Figura 1), localizado na porção sudoeste do estado de Minas Gerais na Mesorregião do Triângulo Mineiro, entre as coordenadas UTM de 7794000 N e 720000 E, 7770000 N e 712000 E. Possui 127,44 km², abrangendo parte do município de Frutal.

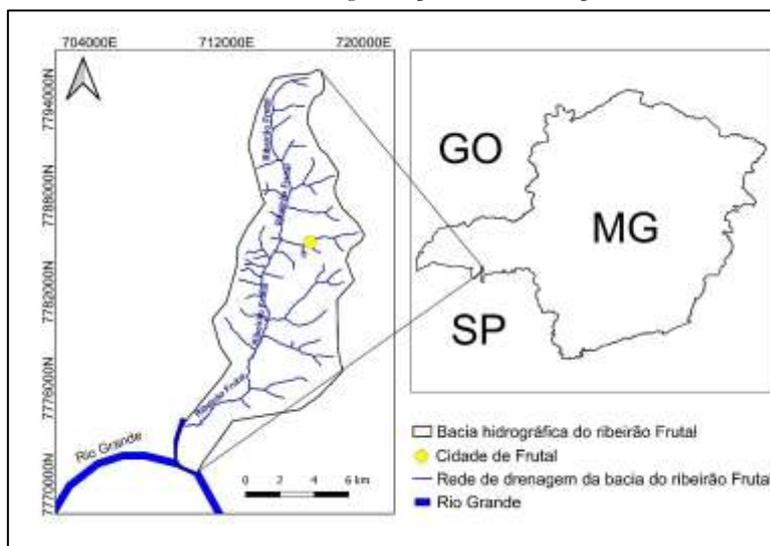


Figura 1. Bacia hidrográfica do ribeirão Frutal.

O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa, mesotérmico, com chuvas (média de 1600 mm anuais) concentradas no verão seca no inverno (MARTINS & REBOITA, 2018).

A geologia predominante é representada pelos arenitos das formações Botucatu e Vale do Rio do Peixe, formadoras de solos com textura média a arenosa, e pelos basaltos da Formação Serra Geral, formadora de solos com textura mais argilosa. A região está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, e as principais litologias são de idade mesozoica (WU & CAETANO-CHANG,1992).

A cobertura vegetal natural é formada por cerrados e penetrados por florestas-galeria ao domínio dos chapadões (AB'SABER, 1971).

Para a delimitação da bacia do ribeirão Frutal, utilizou-se a base cartográfica digital obtida na infraestrutura de dados espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA, 2022).

Foi utilizada a carta topográfica SF-23-Y-B-IV, MIR 213 da base cartográfica elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) do Exército brasileiro na escala de 1: 100.000 do ano de 1999.

Para a análise da série temporal do uso da terra na bacia do ribeirão Frutal, foram utilizados os mapas de ocupação para os anos de 1990, 2005 e 2020. O mapeamento das classes de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal foi obtido junto ao projeto (MAP-BIOMAS, 2022).

O processo de ajuste das categorias de uso do solo, elaborado pelo MapBiomas para todo o território nacional, foi executado para a bacia do ribeirão Frutal por meio do recorte do shapefile de uso do solo disponibilizado pelo MapBiomas, utilizando o software QGIS. Inicialmente, foram identificadas as seguintes categorias de uso do solo: Outras áreas não vegetadas, Citrus, Outras lavouras temporárias, Cana, Rede de drenagem, Campo alagado, Formação savânica, Formação florestal, Área urbana, Soja, Mosaico agricultura e pastagem e Pastagem.

Os arquivos obtidos no site do MapBiomas foram recortados conforme a localização da área da bacia do ribeirão Frutal, utilizando a ferramenta vetor, recortar: o mapa de uso da terra foi a camada de entrada, e o limite da bacia do ribeirão Frutal foi a camada utilizada para o recorte. O resultado foi a obtenção do arquivo de uso da terra para cada período dentro do limite da bacia do ribeirão Frutal.

O processo de interpretação e classificação do uso da terra para todo o período proposto foi conduzido pelo MapBiomas por meio do classificador automático Random Forest, executado na nuvem de processadores do Google Earth Engine. Como base, foram utilizadas imagens da constelação de satélites Landsat, com resolução espacial de 30 m. Finalmente, no software QGIS, serão gerados três mapas de uso da terra na escala 1:150000, um para cada ano de estudo, a saber: 1990, 2005 e 2020.

O ITA foi aplicado em estudos geocológicos (MATEO, 1984; RODRIGUES et al., 2014; GOUVEIA et al., 2023), cujo objetivo é quantificar a pressão antrópica sobre algum componente do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais. O ITA é calculado a partir das classes do mapa de uso e cobertura da terra.

$$ITA = \frac{\sum (\%USO \times PESO)}{100} \quad (1)$$

em que:

uso = área em valores percentuais da classe de uso e cobertura;

peso = peso dado aos diferentes tipos de uso e cobertura quanto ao grau de alteração antrópica - Varia de 1 a 10, em que 10 indica as maiores pressões (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias, classes e pesos das classes de cobertura vegetal e usos da terra do ITA.

| Classe de uso da terra | Pesos |
|--------------------------------|-------|
| Outras áreas não vegetadas | 10 |
| Citrus | 8 |
| Outras lavouras temporárias | 8 |
| Cana | 8 |
| Rede de drenagem | 1 |
| Campo alagado | 1 |
| Formação savânica | 1 |
| Formação florestal | 1 |
| Área urbana | 9,5 |
| Soja | 8 |
| Mosaico agricultura e pastagem | 6,75 |
| Pastagem | 5,5 |

O resultado do ITA está dividido em quatro classes diferentes: primeira classificada como pouco degradada (0 - 2,5), segunda classificada como regular (2,5 - 5), terceira classificada como áreas degradada (5 - 7,5) e muito degradada (7,5 - 10).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É mostrado na Tabela 2, para os anos de estudo 1990, 2005 e 2020, as áreas ocupadas pelas classes de uso da terra na bacia do ribeirão Frutal, no caso foram 12 classes de uso da terra encontradas na bacia. É relevante salientar que o principal uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Frutal foi a pastagem no ano de 1990, ocupando mais da metade da área total da bacia enquanto o menor uso da terra foi pela classe Citrus. Em 2005, a pastagem ainda se mantém como a categoria dominante em termos de área ocupada, porém, em 2020, perde essa posição para a cultura de cana-de-açúcar. A significativa extensão de pastagem em 1990 na bacia do ribeirão Frutal resulta da intensa atividade leiteira no município. Atualmente, Frutal continua a produzir trinta e sete mil litros de leite diariamente, sendo classificada como a 147ª cidade no ranking nacional de produção leiteira (MONICO et al., 2023).

De modo geral, as atividades humanas, notadamente a pastagem, agricultura e cana-de-açúcar, prevaleceram no uso da terra na bacia do ribeirão Frutal. Simultaneamente, as áreas de cerrado e floresta apresentaram menor ocupação ao longo do período de estudo. Ao examinar o uso da terra na bacia do rio Uberaba/MG, observou-se uma predominância ainda maior de atividades humanas, destacando-se a pastagem, culturas temporárias e silvicultura, abrangendo 65,32% da área total da bacia (SIQUEIRA et al., 2022).

Outra categoria de uso da terra que apresentou um aumento significativo na área ocupada ao longo de três décadas de estudo foi a Área Urbana na bacia do ribeirão Frutal. Esse fenômeno é atribuído ao crescimento populacional da cidade, impulsionado pelos investimentos do Estado de Minas Gerais e do Governo Federal em instituições públicas locais, tais como a universidade, o batalhão do Corpo de Bombeiros, a unidade do Exército Brasileiro e a Polícia Rodoviária Federal.

Tabela 2. Classes de cobertura vegetal e uso da terra da bacia do ribeirão Frutal, nos anos de 1990, 2005, 2020.

| Classe de uso da terra | 1990 | | 2005 | | 2020 | |
|--------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
| | Área (ha) | % | Área (ha) | % | Área (ha) | % |
| Outras áreas não vegetadas | 92,202 | 0,74 | 19,601 | 0,16 | 31,379 | 0,25 |
| Citrus | 13,537 | 0,11 | 93,413 | 0,75 | 51,710 | 0,41 |
| Outras lavouras temporárias | 789,677 | 6,32 | 97,453 | 0,78 | 53,140 | 0,43 |
| Cana | 57,616 | 0,46 | 98,068 | 0,79 | 3412,715 | 27,33 |
| Rede de drenagem | 156,722 | 1,25 | 115,860 | 0,93 | 85,171 | 0,68 |
| Campo alagado | 163,389 | 1,31 | 126,444 | 1,01 | 129,387 | 1,04 |
| Formação savânica | 223,109 | 1,79 | 238,240 | 1,91 | 251,189 | 2,01 |
| Formação florestal | 430,111 | 3,44 | 448,284 | 3,59 | 536,030 | 4,29 |
| Área urbana | 603,258 | 4,83 | 1024,053 | 8,20 | 1402,69 | 11,23 |
| Soja | 352,857 | 2,83 | 2968,457 | 23,77 | 1364,831 | 10,93 |
| Mosaico agricultura e pastagem | 2571,926 | 20,59 | 3086,163 | 24,71 | 3077,398 | 24,64 |
| Pastagem | 7034,678 | 56,33 | 4173,046 | 33,41 | 2093,442 | 16,76 |
| Total | 12489,082 | 100 | 12489,082 | 100 | 12489,082 | 100 |

Como pode ser visto na Figura 2, a distribuição espacial das categorias de uso da terra na bacia do ribeirão Frutal, em Minas Gerais, nos anos de 1990, 2005 e 2020. Observa-se que, em 1990, a Pastagem predominava em grande parte da extensão da bacia hidrográfica. A categoria de uso da terra Pastagem ocupava 56,33% da área total, estendendo-se em todas as direções da bacia, abrangendo uma extensão total de 12.489,082 hectares. O Triângulo Mineiro constitui um importante polo leiteiro para o Estado de Minas Gerais, devido às características favoráveis para a produção leiteira, como fatores edafoclimáticos, nível de precipitação, clima e qualidade dos solos. Assim, as regiões com maiores índices de produtividade leiteira são também aquelas que historicamente se destacam na produção agropecuária no estado (PEROBELLI & ARAUJO JÚNIOR, 2018).

Para o ano de 2005 (Figura 2), observa-se no sentido sul da bacia do ribeirão Frutal a expansão da cultura de cana-de-açúcar em áreas ocupadas anteriormente por pastagem. Isso evidencia que os produtores rurais, ao longo do tempo, realizam substituições nas culturas agropecuárias com o intuito de reduzir custos e aumentar a lucratividade das operações agrícolas, de acordo com a demanda de mercado (ALMEIDA & CAPATAN, 2021).

O Brasil é o principal produtor mundial de etanol de cana-de-açúcar. Em Frutal, foi inaugurada em 2005 a Usina Frutal, com capacidade de moagem de 2,5 milhões de toneladas de cana por safra. Essa usina foi adquirida pela multinacional Bunge Ltd. em 2009, tornando-se uma das maiores empresas do setor de agronegócio e alimentos do país. Além disso, a instalação da Usina Cerradão LTDA teve início em 1º de junho de 2006 (TOMAZ et al., 2021).

Em 2020 (Figura 2), nota-se a expansão da cultura de cana-de-açúcar em direção ao centro-norte da bacia do ribeirão Frutal. Essa expansão continua em áreas anteriormente ocupadas por pastagem, fazendo com que a cana-de-açúcar ocupe 27,33% da área total da bacia, tornando-se a categoria de uso da terra com a maior extensão. Similarmente, a expansão da cana-de-açúcar ocorreu em grande parte do Estado de São Paulo, especialmente no que diz respeito à sua evolução na ocupação de áreas anteriormente destinadas a outras lavouras ou pastagem (PIACENTE et al., 2022).

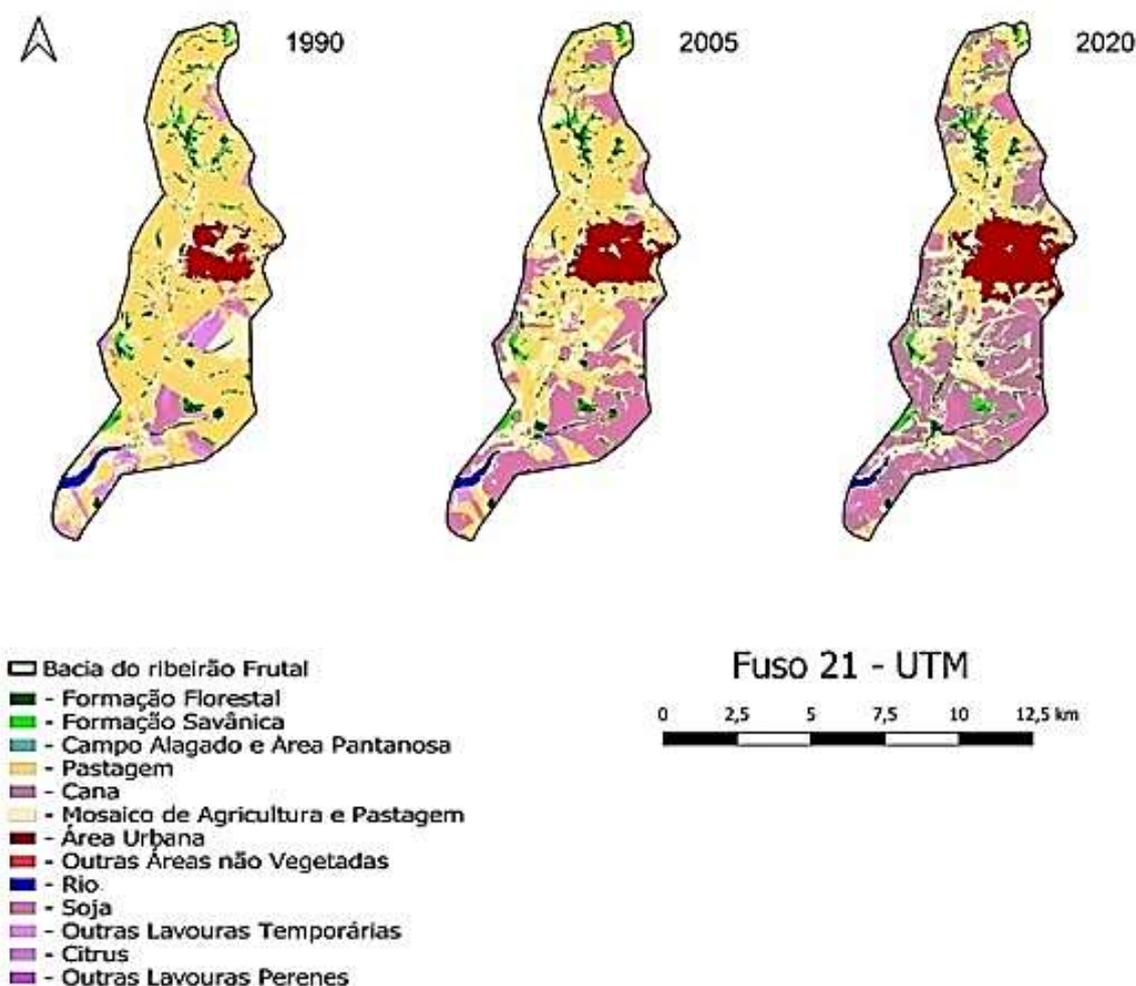


Figura 2. Cobertura vegetal e uso da terra na bacia do ribeirão Frutal/ MG, nos anos de 1990, 2005, 2020.

Fonte: MapBiomas (2022).

De acordo com a Tabela 3, o grau de antropização na bacia do ribeirão Frutal/MG analisado para o respectivo ano em estudo. Observa-se que a classificação da bacia é degradada ao longo de todo o período analisado, contudo, nota-se uma tendência de aumento no Índice de Transformação Antrópica (ITA) ao longo do tempo.

As causas desse aumento do ITA ao longo do tempo estão relacionadas à substituição da pastagem pela cultura da cana-de-açúcar e ao significativo aumento da área urbana na bacia do ribeirão Frutal/MG. Os estudos conduzidos por Rodrigues et al. (2021) e Cardoso et al. (2022) evidenciaram que o incremento das atividades antrópicas em uma bacia hidrográfica, com ênfase nas culturas agrícolas, resulta na degradação ambiental.

Tabela 3. Resultados do ITA para a bacia do ribeirão Frutal, nos anos de 1990, 2005, 2020.

| Classe de uso da terra | ITA | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1990 | 2005 | 2020 |
| Outras áreas não vegetadas | 0,074 | 0,016 | 0,025 |
| Citrus | 0,009 | 0,060 | 0,033 |
| Outras lavouras temporárias | 0,506 | 0,062 | 0,034 |
| Cana | 0,037 | 0,063 | 2,186 |
| Rede de drenagem | 0,013 | 0,009 | 0,007 |
| Campo alagado | 0,013 | 0,010 | 0,010 |
| Formação savânica | 0,018 | 0,019 | 0,020 |
| Formação florestal | 0,034 | 0,036 | 0,043 |
| Área urbana | 0,459 | 0,779 | 1,067 |
| Soja | 0,226 | 1,902 | 0,874 |
| Mosaico agricultura e pastagem | 1,390 | 1,668 | 1,663 |
| Pastagem | 3,098 | 1,838 | 0,922 |
| Total | 5,876 | 6,462 | 6,885 |

A expansão do setor sucroenergético teve início com o Proálcool e, a partir dos anos 2000, o crescimento substancial do setor esteve principalmente associado à expansão geral da produção de commodities no Brasil, às implicações do Protocolo de Kyoto, à produção de automóveis flex e ao financiamento do BNDES (TEIXEIRA & CASTANHO, 2021).

O crescimento populacional do Brasil tem exercido impactos adversos sobre o meio ambiente, uma vez que um maior número de pessoas aumenta a pressão ambiental sobre os recursos limitados da natureza, comprometendo assim a sustentabilidade (FRIEDE, 2020).

4. CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou as mudanças ocorridas no uso da terra da bacia do ribeirão Frutal – MG ao longo de 30 anos. Destacando-se, a substituição da área de pastagem pela cana de açúcar e o aumento expressivo da área urbana.

A ocupação antrópica na bacia do ribeirão Frutal/MG atingiu a expressiva marca de 91,98% da área total no ano de 2020.

O nível de antropização na bacia foi classificado como degradado de acordo com o ITA, durante todo o período do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. **Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados**. São Paulo (SP): Edgard Blucher, 1971.
- ALMEIDA, V. B.; CATAPAN, A. Política agrícola brasileira como geradora de desenvolvimento econômico e redução da pobreza. **Revista Campo da História**, v. 6, n. 1, p. 42–70, 2021. Disponível em: <https://ojs.campodahistoria.com.br/ojs/index.php/rcdh/article/view/7>.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. **Princípios básicos em geoprocessamento. Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. São Paulo, 1998.
- CARDOSO, S. A.; NEVES, S. M. A. S.; RAMOS, A. W. P.; CRUZ, J. S. C.; KREITLOW, J. P. Usos da terra e suas implicações na configuração da paisagem de Juína/MT, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 39, n. 3, p. 25–45, 2022. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2022.252456>.
- CUNHA, N. R. S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 291–323, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000200002>
- DIAS, F. G.; LIMA, A. M. M. de. As mudanças de cobertura da terra em bacia hidrográfica sob pressão dos sistemas de uso e ocupação do território na Amazônia oriental. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 7, n. 20, p. e202105, 2021. <https://doi.org/10.18764/2446-6549.e202105>.
- EXÉRCITO BRASILEIRO. Diretoria de Serviço Geográfico. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, escala 1:100.000**. 1999.

- FRIEDE, R. Aumento populacional e degradação ambiental: a conta que não quer fechar. **Revista Augustus**, v. 25, n. 52, p. 82-93, 2020.
- GALINA, A. B.; ILHA, D. B.; PAGOTTO, M. A. Dinâmica multitemporal da cobertura e uso do solo do estado de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 18, n. 6, 2022. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.065301>
- GOUVEIA R. G. L.; BARBOSA, R. G. Análise temporal do uso da terra na bacia do rio Grande no Estado de Minas Gerais. **Geofronter**, v. 9, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.61389/geofronter.v9i1.7732>.
- IDE-SISEMA -**Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais**.2022.
- MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas**—Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2022.
- MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F. dos; REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 2021. <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60896>.
- MATEO, J. **Apuntes de Geografía de Los Paisajes**. La Habana: Universitaria, 1984.
- MELO, I. S. Atividades antrópicas e degradação ambiental na sub-bacia hidrográfica do rio Itamirim-SE. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 435–442, 2016. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10485>.
- MONICO, A.; DOLABELA, J. P. S.; MENDONÇA, M. A.; MARTINS, E. S.; FERREIRA, O. E. O controle de mastite e ordenha adotados em propriedades leiteiras em Frutal, MG. **Ambiciências - Revista Brasileira de Tecnologia, Educação e Ciências Ambientais**, v. 2, n. 2, 2023. <https://doi.org/10.36704/ambciencias.v2i2.7428>.
- PEROBELLI, F. S.; ARAÚJO JUNIOR, I. F.; CASTRO, L. S. As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. **Nova Economia**, v. 28, p. 297-337, 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4789>
- PIACENTE, F. J.; SILVA, V. de C.; ARMAS, O. F. D. Evolução da produção agrícola canavieira na região noroeste do estado de São Paulo: fases de expansão e crise no setor e seus impactos no uso da terra entre 2000 e 2013. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 1, p. e228194, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.228194>
- RODRIGUES, L. da C.; NEVES, S. M. A. da S.; NEVES, R. J.; GALVANIN, E. A. dos S.; SILVA, J. dos S. V. da. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 32, p. 52–64, 2014. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br/PublicacoesRBCIAMB/article/view/248>.
- RODRIGUES, L. da C.; NEVES, S. M. A. da S.; SILVA, M. B.; PAIVA, S. L. P.; KREITLOW, J. P. Análises da transformação antrópica e morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, Mato Grosso, Brasil. **Geo UERJ**, n. 39, p. e57306, 2021. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2021.57306>.
- SCHUSSEL, Z.; NASCIMENTO NETO, P. Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 137–152, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC838V1832015>
- SIQUEIRA, H. E.; PEREIRA, G. T.; PISSARRA, T. C. T.; MARTINS FILHO, M. V.; CAMPOS, C. A. Estimativa de perdas de solo na área de proteção ambiental do rio Uberaba. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1205–1226, 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509841259>
- TEIXEIRA, M. E. S.; CASTANHO, R. B. Dinâmica da expansão da cana-de-açúcar na microrregião geográfica de Ituiutaba-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 81, p. 277-291, 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG228157182>
- TOMAZ, R. A. F.; FERREIRA, O. E.; BORGES, A. W. Agronegócio canavieiro e produção de biocombustível em Frutal-MG: territorialização e transformações sociais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 35528–35547, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-152>.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre (RS): UFRGS, 1997.
- WU, F. T.; CAETANO-CHANG, M. R. Estudo mineralógico dos arenitos das formações Pirambóia e Botucatu no Centro-Leste do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, v. 13, n. 1, p. 58-68, 1992. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19920004>