

## **DESAFIOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO PASSA-TRÊS: IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO USO DA TERRA NOS RECURSOS HÍDRICOS**

---

Wellington Ribeiro **MARTINS**

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado (PPGSS/RENAC) da Universidade Estadual de Goiás – UEG

E-mail: wellmartins38@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4069-3396>

Adriana Aparecida **SILVA**

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás – UFG. Docente no Programa de Mestrado em Territórios e Expressões Culturais do Cerrado (PPG/TECCER) da Universidade Estadual de Goiás – UEG

E-mail: ueg.adriana@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8711-1517>

Joana D'arc Bardella **CASTRO**

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília – UNB. Docente no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado (PPGSS/RENAC) da Universidade Estadual de Goiás – UEG

E-mail: joanabardellacastro@gmail.com

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-3048-3483>

Recebido  
Julho de 2023

Aceito  
Julho de 2023

Publicado  
Março de 2024

---

**Resumo:** O trabalho teve como objetivo analisar os impactos das mudanças no uso da terra na área da bacia hidrográfica do rio Passa-Três, em Uruaçu, Goiás, sobre os recursos hídricos, mediante a avaliação da ocupação e uso da terra entre os anos de 1985 a 2021. Para isso, utilizou-se o mapeamento desenvolvido pelo Projeto MapBiomass para a geração dos mapas de uso e cobertura da terra nos anos 1985, 2003 e 2021, assim como os mapas de declividade e tipos de solo, a fim de estabelecer relações entre o uso da terra e as características físicas do terreno. Todos os mapas foram gerados por meio do programa QGIS 3.22. A dinâmica do uso e cobertura da terra apresentou uma tendência inversamente proporcional, com redução da área de cobertura vegetal e aumento do uso da terra pelas atividades agropecuárias. Durante o intervalo de tempo entre 1985 e 2021, observou-se um aumento significativo na área destinada

à pastagem, que passou de 113,80 km<sup>2</sup> para 211,83 km<sup>2</sup>. Em contrapartida, as áreas de Cerrado apresentaram uma diminuição, de 376,32 km<sup>2</sup> em 1985 para 305,57 km<sup>2</sup> em 2021. Tais fatores, aliados às características físicas da área, como solos frágeis e altas declividades, sugerem potencial para o surgimento de processos erosivos e assoreamento que impactam o rio Passa-Três. Dessa forma, conclui-se que o uso da terra é incompatível com a capacidade natural da bacia, ocasionando alterações no regime de regularização da bacia hidrográfica do rio Passa-Três, sendo necessária a implementação de práticas de manejo do solo e ações conjuntas com a sociedade para preservar os recursos hídricos na bacia.

**Palavras-chave:** Cerrado. recursos hídricos; preservação ambiental; processos erosivos.

### **ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN THE PASSA-TRÊS RIVER WATERSHED: IMPACTS OF LAND USE CHANGES ON WATER RESOURCES**

**Abstract:** The study aimed to analyze the impacts of land use changes in the Passa-Três river watershed area, located in Uruaçu, Goiás, on water resources, through the evaluation of land occupation and use between the years 1985 and 2021. To achieve this, mapping developed by the MapBiomass Project was utilized to generate land use and land cover maps for the years 1985, 2003, and 2021, as well as maps of slope and soil types, in order to establish relationships between land use and the physical characteristics of the terrain. All maps were generated using the QGIS 3.22 software program. The dynamics of land use and land cover showed an inversely proportional trend, with a reduction in vegetative cover area and an increase in land use for agricultural activities. During the period from 1985 to 2021, there was a significant increase in the area allocated for pasture, which went from 113.80 km<sup>2</sup> to 211.83 km<sup>2</sup>. In contrast, the areas of Cerrado showed a decrease, from 376.32 km<sup>2</sup> in 1985 to 305.57 km<sup>2</sup> in 2021. These factors, combined with the physical characteristics of the area, such as fragile soils and high slopes, suggest potential for the emergence of erosive processes and siltation that impact the Passa-Três river. Therefore, it is concluded that land use is incompatible with the natural capacity of the watershed, causing changes in the regulation regime of the Passa-Três river watershed, and it is necessary to implement soil management practices and joint actions with society to preserve water resources in the watershed.

**Keywords:** Cerrado; water resources; environmental preservation; erosive processes.

### **RETOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO PASSA-TRÊS: IMPACTOS DE LOS CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA EN LOS RECURSOS HÍDRICOS**

**Resumen:** El trabajo tuvo como objetivo analizar los impactos de los cambios en el uso del suelo en el área de la cuenca hidrográfica del río Passa-Três, en Uruaçu, Goiás, sobre los recursos hídricos, mediante la evaluación de la ocupación y el uso del suelo entre los años 1985 y 2021. Para ello, se utilizó la cartografía desarrollada por el Proyecto MapBiomass para la generación de mapas de uso y cobertura del suelo en los años 1985, 2003 y 2021, así como los mapas de pendiente y tipos de suelo, con el fin de establecer relaciones entre el uso del suelo y las características físicas del terreno. Todos los mapas fueron generados mediante el programa QGIS 3.22. La dinámica del uso y cobertura del suelo mostró una tendencia inversamente proporcional, con una reducción del área de cobertura vegetal y un aumento en el uso del suelo para actividades agropecuarias. Durante el intervalo de tiempo entre 1985 y 2021, se observó un aumento significativo en el área destinada a pastos, que pasó de 113,80 km<sup>2</sup> a 211,83 km<sup>2</sup>. En contrapartida, las áreas de Cerrado mostraron una disminución, de 376,32 km<sup>2</sup> en 1985 a 305,57 km<sup>2</sup> en 2021. Estos factores, junto con las características físicas del área, como suelos frágiles y pendientes pronunciadas, sugieren un potencial para la aparición de procesos erosivos

y sedimentación que impactan en el río Passa-Três. De esta manera, se concluye que el uso del suelo es incompatible con la capacidad natural de la cuenca, lo que ocasiona alteraciones en el régimen de regulación de la cuenca hidrográfica del río Passa-Três, siendo necesaria la implementación de prácticas de manejo del suelo y acciones conjuntas con la sociedad para preservar los recursos hídricos en la cuenca.

**Palabras clave:** Cerrado; recursos hídricos; preservación ambiental; procesos erosivos.

## INTRODUÇÃO

A região norte de Goiás é caracterizada por atividades econômicas dominadas pela mineração e agropecuária, que exercem um impacto ambiental significativo no Cerrado. Esse impacto também está associado ao rápido crescimento econômico da região e o intenso fluxo migratório, o que resultou em consequências diretas para os ambientes naturais (Peixoto, 2015). O desmatamento e as queimadas para diferentes usos e ocupações da terra levaram à remoção da vegetação nativa, resultando na perda e degradação de habitats e gerando consequências diretas para o solo, a atmosfera e, principalmente, os recursos hídricos da região (Andrade *et al.*, 2020).

No município de Uruaçu, um dos mais populosos do norte de Goiás, as atividades agropecuárias desempenham um papel significativo no uso da terra. No entanto, esse tipo de atividade tem resultado na supressão da vegetação original, incluindo áreas marginais aos corpos hídricos. Esse processo de remoção da vegetação tem consequências diretas na dinâmica das bacias hidrográficas, causando a erosão do solo e o assoreamento dos corpos hídricos (Oliveira; Aquino, 2020).

Um dos cursos d'água afetados por essas mudanças é o rio Passa-Três, que desempenha um papel fundamental no abastecimento público da cidade. De acordo com Gandara (2017), observa-se o assoreamento ao longo do curso fluvial, o que resulta na diminuição da capacidade do rio em fornecer água para o abastecimento. Essa situação leva a uma escassez frequente de água para a população urbana, especialmente durante os períodos de estiagem.

A evolução no uso da terra, que começa com o desmatamento para a criação de espaço destinado às atividades agropecuárias, seguido pela introdução de pastagens e agricultura, tem impactos diretos nos sistemas hídricos (Souza; Nunes; Herculano, 2021). Esses impactos incluem a contaminação das águas e mudanças na dinâmica hidrológica da região (Garcia *et al.*, 2016).

As alterações no uso da terra têm um impacto significativo na dinâmica natural do ciclo hidrológico. A substituição da vegetação nativa por pastagens ou lavouras resulta na diminuição da capacidade de infiltração da água no solo, o que, por sua vez, aumenta o escoamento

superficial e a taxa de escoamento. Essas mudanças podem causar alterações na quantidade e no regime de escoamento dos rios e afluentes, afetando diretamente a disponibilidade de água ao longo do tempo (Santos, 2020).

É importante compreender que uma bacia hidrográfica desempenha um papel crucial na distribuição das águas provenientes das chuvas. Ela é composta por exutórios, que são canais por onde ocorre o escoamento superficial das águas, e é responsável pela formação de sub-bacias e outros afluentes hídricos. Essa distribuição constitui os sistemas hídricos como um todo (Porto *et al.*, 2008). Portanto, compreender as características físicas de uma bacia e avaliar a dinâmica de uso da terra é essencial para entender as causas e consequências dos impactos ambientais presentes nela.

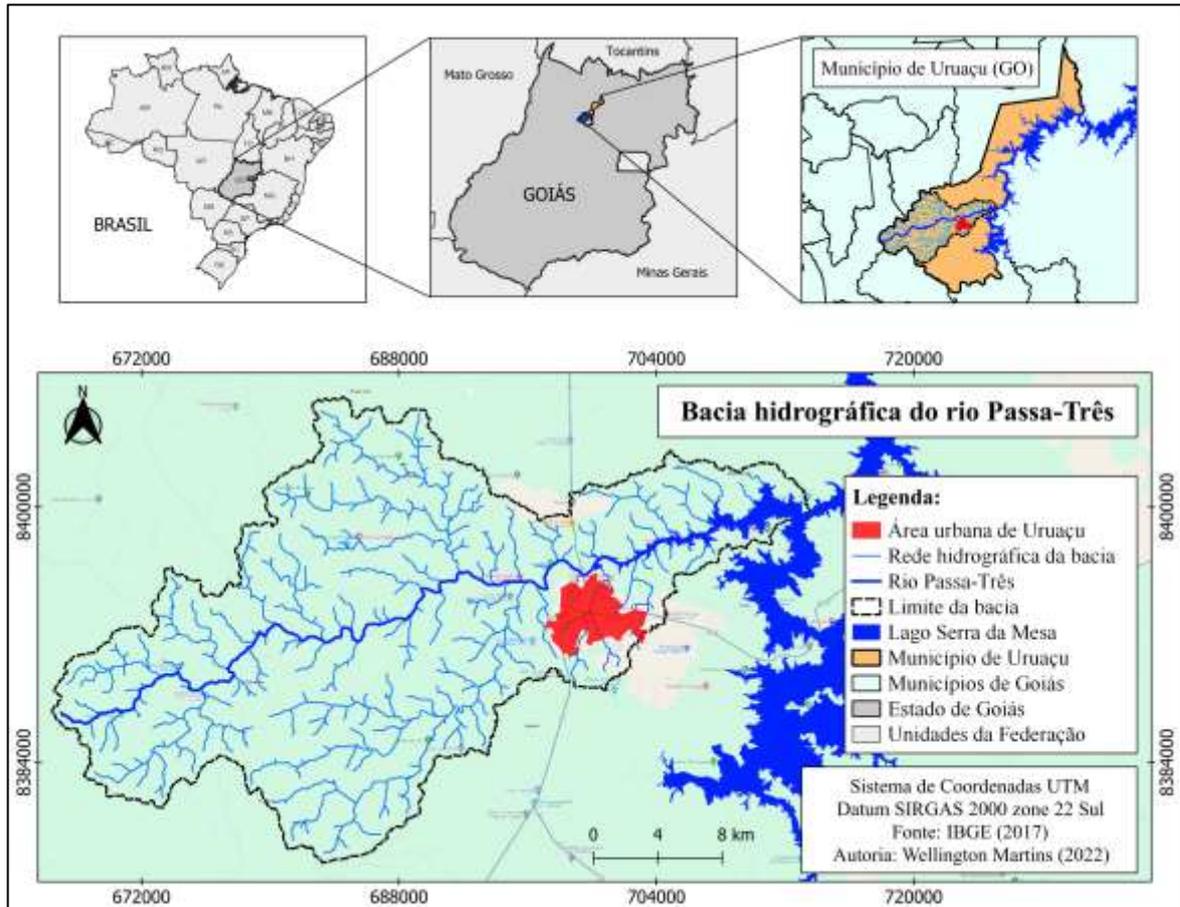
Por meio desse estudo, espera-se contribuir para o conhecimento científico sobre os impactos das atividades humanas na bacia hidrográfica do rio Passa-Três e fornecer subsídios para a adoção de políticas e práticas de gestão mais sustentáveis. A preservação dos recursos hídricos é essencial para garantir o abastecimento público, a conservação dos ecossistemas aquáticos e a manutenção da qualidade de vida das comunidades que dependem desses recursos.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica de ocupação e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Passa-Três, localizada em Uruaçu (GO), no período de 1985 a 2021. Busca-se compreender como esses parâmetros têm afetado o ambiente, especialmente os recursos hídricos presentes na bacia. Para compreender plenamente os impactos e propor medidas de manejo adequadas, é necessário integrar a análise da dinâmica de uso da terra com as características físicas da bacia. Essa abordagem permite identificar as áreas mais suscetíveis a processos erosivos e propor estratégias de conservação e recuperação ambiental (Santos, 2020).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo abrange a bacia hidrográfica do rio Passa-Três (BHRPT), localizada no município de Uruaçu, na região norte de Goiás. A bacia é delimitada pelas coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) Datum SIRGAS 2000 zone 22 Sul N 8406884.32, E 713642.96, S 8377741.94 e W 666441.35, com uma área aproximada de 638,90 km<sup>2</sup>. Essa bacia está inserida na região hidrográfica do rio Tocantins, onde se encontra a represa da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa.

Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Passa-Três (BHRPT).



Fonte: IBGE (2017). Elaboração: Wellington Martins (2022).

No âmbito deste trabalho, foram produzidos mapas que representam os tipos de solos, a declividade do relevo e o uso e cobertura da terra da área de estudo. Para a elaboração do mapa de tipos de solo, utilizou-se a base de dados do refinamento do mapeamento de solos da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária – EMATER (2017), disponibilizado no Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG. Cada classe de tipo de solo foi analisada e mapeada de acordo com as diretrizes do Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007). Para o mapa de declividade do relevo, foi utilizada uma imagem do Modelo Digital de Elevação (MDE) da área, também disponível no SIEG. A confecção do mapa e sua posterior classificação seguiram a metodologia proposta pela Embrapa (1979), a qual descreve o comportamento do relevo em uma determinada região.

No estudo da dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica, foram escolhidos os anos de 1985, 2003 e 2021, perfazendo um período de 36 anos. Os mapas correspondentes a esses anos foram derivados das imagens adquiridas na Coleção 7 da plataforma MapBiomas (2021). Essa plataforma colaborativa produz anualmente um

mapeamento da cobertura e uso da terra, utilizando imagens Landsat com resolução espacial de 30 metros. Os resultados deste estudo são apresentados de acordo com a organização dos biomas brasileiros (Amazônia, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa), os quais são subdivididos em diferentes categorias de uso do solo (Pastagem, Agricultura, Zona Costeira e Área Urbana). Essas categorias, por sua vez, são subdivididas em subcategorias mais detalhadas, dependendo dos níveis de análise desejados (MapBiomias, 2021; Moraes; Nascimento, 2020).

Para a organização e seleção dos dados pertinentes à pesquisa, o programa QGIS foi empregado para a seleção das imagens do MapBiomias referentes ao bioma Cerrado, bem como para a área de estudo, filtrando apenas as imagens correspondentes aos anos selecionados - 1985, 2003 e 2021. No QGIS, as imagens foram recortadas conforme a área da bacia hidrográfica, reprojetaadas para o sistema de coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000 zone 22 Sul, e utilizadas as referências fornecidas pela Coleção 7 do MapBiomias para a classificação das áreas com base nos códigos das classes da legenda e paleta de cores empregadas pela coleção na geração de mapas de cobertura e uso da terra. Posteriormente, os dados foram organizados em tabelas, com a quantificação de cada classe em km<sup>2</sup> e porcentagens, para análise das mudanças ocorridas no uso da terra ao longo do período estabelecido.

Com o intuito de melhor representação dos resultados e análise da área de estudo, as classes foram agrupadas de acordo com suas semelhanças de origem, resultando nos seguintes grupos de representação: Cerrado (Formação Savânica, Formação Florestal e Formação Campestre), Agricultura (Cana, Outras Lavouras Temporárias, Mosaico de Usos e Outras Áreas não Vegetadas – com exceção da soja, em razão de sua representatividade crescente em áreas do estado de Goiás) e Rio, Lago e Represa (Campo Alagado e Área Pantanosa, Rio, Lago e Oceano). Nas tabelas, todas as classes apresentam suas respectivas áreas em km<sup>2</sup> e porcentagem. Essas informações são cruciais para avaliar os impactos ambientais resultantes das atividades humanas na região. O monitoramento contínuo da dinâmica do uso e cobertura da terra é essencial para subsidiar políticas de conservação, planejamento territorial e gestão sustentável dos recursos naturais.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

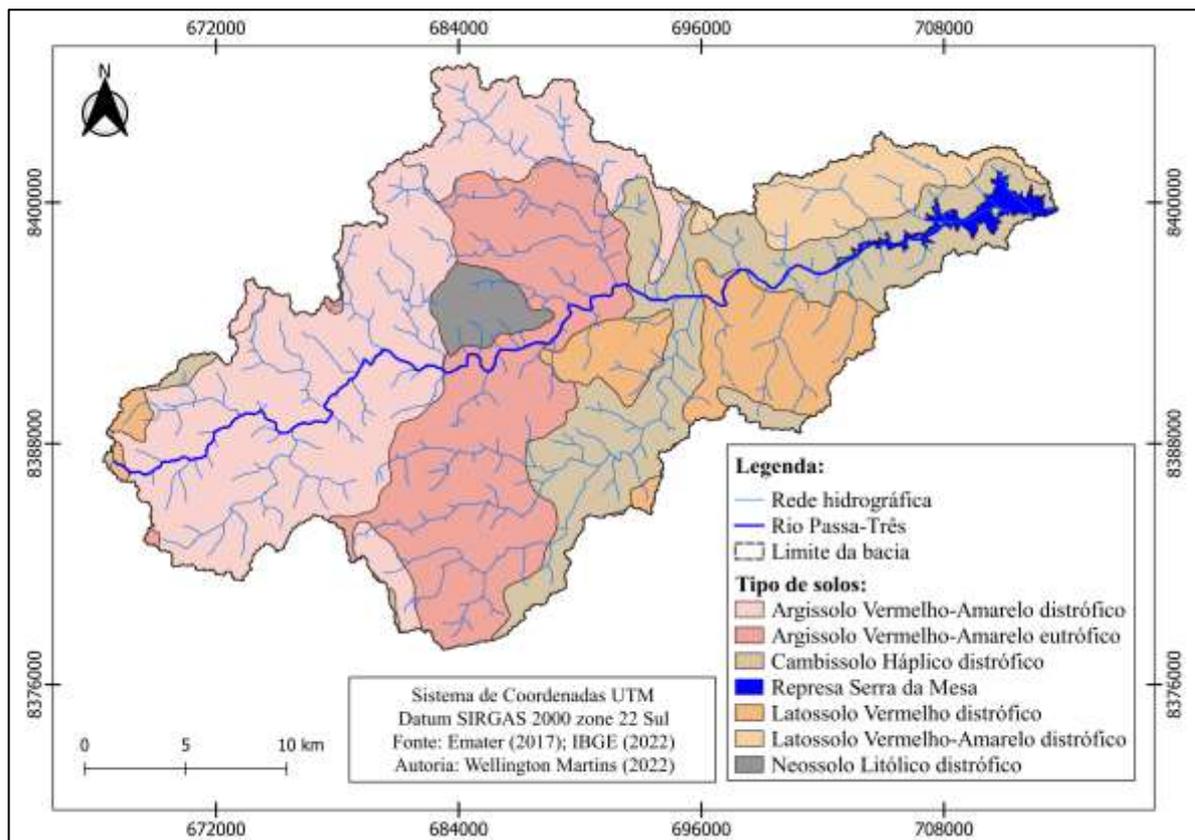
Os resultados obtidos serão apresentados por meio dos mapas dos tipos de solos, declividade, uso e cobertura da terra para os anos de 1985, 2003 e 2021 da bacia hidrográfica

do rio Passa-Três. Esses mapas serão acompanhados pela tabulação das áreas de ocorrência de cada fenômeno e pela análise desses produtos.

### Tipos de solos

No mapa apresentado na Figura 2, é possível visualizar a extensão e a distribuição dos tipos de solos na bacia hidrográfica do rio Passa-Três (BHRPT).

Figura 2 - Classificação dos solos da bacia hidrográfica do Rio Passa-Três



Fonte: Emater (2017); IBGE (2022). Elaboração: Wellington Martins (2022).

Os principais solos encontrados na região são os Argissolos, seguidos pelos Cambissolos, Latossolos e Neossolos, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tipos de solos da bacia hidrográfica do Rio Passa-Três.

<b>Tipo de solo</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	227,93	35,68
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico	155,35	24,32
Cambissolo Háptico distrófico	124,81	19,54
Latossolo Vermelho distrófico	69,94	10,95
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	36,81	5,76
Neossolo Litólico distrófico	16,49	2,58
Corpo hídrico	7,57	1,18
<b>Total</b>	<b>638,86</b>	<b>100</b>

Fonte dos dados: Emater (2017).

Os Argissolos apresentam a maior extensão na bacia, sendo predominantes o Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (35,68%) e o Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (24,32%). Em seguida, temos o Cambissolo Háptico distrófico (19,54%) e o Latossolo Vermelho distrófico, presente em 10,95% da área. Em proporções menores, encontram-se o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (5,76%) e o Neossolo Litólico distrófico (2,58%). Dessa forma, os resultados evidenciam a distribuição espacial dos tipos de solos na bacia hidrográfica, destacando a predominância dos Argissolos e a variação dos demais solos ao longo da área da bacia.

Segundo a Embrapa (Santos *et al.*, 2018), os Argissolos são solos compostos principalmente por material mineral, sendo caracterizados pela presença de horizonte B textural constituído por argila com atividade baixa ou alta, dependendo da saturação por base ou alítico. Os Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos apresentam uma saturação por base inferior a 50% na maior parte dos primeiros 100 centímetros do solo, enquanto os Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos possuem uma saturação por base maior que 50%. Por outro lado, os Cambissolos são pouco desenvolvidos, ainda em estágio inicial de formação, com horizonte B pouco definido. Os Cambissolos Háptico distróficos são solos argilosos de alta atividade, com uma saturação por base inferior a 50% predominando nos primeiros 100 centímetros do horizonte B.

Os Latossolos, por sua vez, caracterizam-se pela acidez predominante e baixa saturação por base. Podem ser alumínicos ou distróficos e apresentam variações em relação à saturação por base, especialmente em regiões semiáridas, influenciados por rochas calcárias ou básicas, ou em áreas com estação seca definida. Os Latossolos ocorrem principalmente em áreas de relevo plano a suavemente ondulado, embora também possam ser encontrados em regiões mais acidentadas, como relevo montanhoso. O Latossolo Vermelho distrófico apresenta uma fração

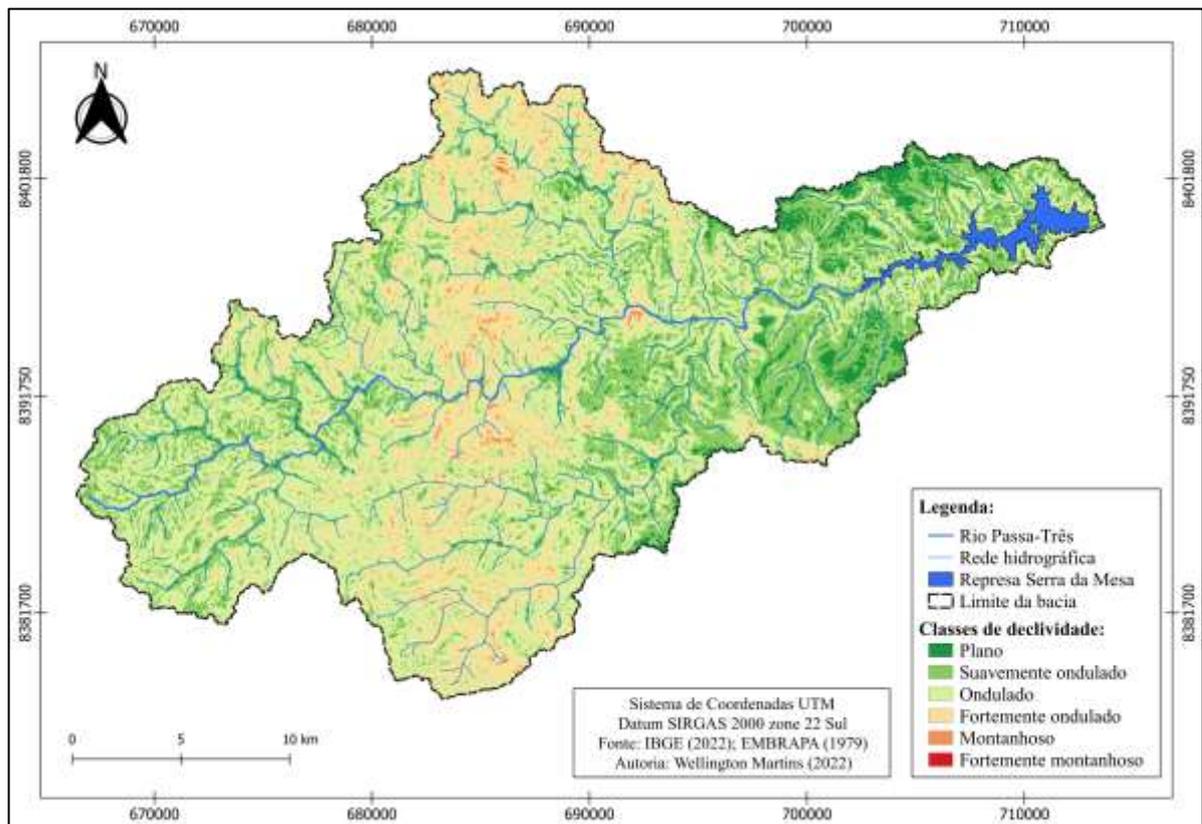
média a alta de óxido de ferro, enquanto o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico possui baixo teor de óxido de ferro e alta acidez, resultando em baixa saturação por base.

Os Neossolos, por sua vez, são solos pouco evoluídos, compostos por material mineral ou orgânico, com espessura inferior a 20 centímetros e ausência do horizonte B. O Neossolo Litólico distrófico é um tipo de solo com baixa saturação por base, inferior a 50% (Santos *et al.*, 2018). De acordo com Machado e Torres (2012), a predominância da associação entre os solos Argissolo Vermelho e Cambissolo exerce uma influência natural na ocorrência de processos erosivos. Quando combinada com a conversão da vegetação de cerrado para diferentes usos da terra, aumentam as possibilidades de erosão em áreas onde naturalmente não ocorreria.

### Declividade do relevo

A forma como o relevo se apresenta e suas variações de declividade exercem influência direta nos processos naturais de infiltração e erosão dos solos, sendo um fator de extrema importância para a compreensão da degradação resultante de mudanças no uso da terra (COSTA *et al.*, 2018). Na Figura 3, é apresentado o mapa com as variações de declividade no relevo na bacia hidrográfica.

Figura 3. Classificação da declividade do relevo da bacia hidrográfica do rio Passa-Três.



Fonte: IBGE (2022); EMBRAPA (1979). Elaboração: Wellington Martins (2022).

Na área da bacia hidrográfica (conforme apresentado na Figura 3 e Tabela 2), pode-se observar o predomínio do relevo ondulado, representando 46,90% da área total. Em seguida, encontram-se regiões com relevo suavemente ondulado, correspondendo a 29,47% da área, e relevo fortemente ondulado, abrangendo 16,83% da região.

Esses dados indicam que a bacia apresenta predominância de relevo ondulado, com variações desde suavemente ondulado até fortemente ondulado. Em áreas menores, cerca de 6,19% da bacia, encontra-se relevo plano, principalmente na região da foz do rio Passa-Três, próximo à represa Serra da Mesa.

Tabela 2 - Descrição das classes de declividade da bacia hidrográfica do rio Passa-Três.

Relevo	Classes de declive (%)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Plano	0 - 3	39,55	6,19
Suavemente ondulado	3 - 8	188,30	29,47
Ondulado	8 - 20	299,65	46,90
Fortemente ondulado	20 - 45	107,53	16,83
Montanhoso	45 - 75	03,83	0,60
Fortemente montanhoso	>75	00,02	0,00
<b>Total</b>		<b>638,86</b>	<b>100</b>

Organização: Próprios autores.

Por meio da análise dos mapas dos tipos de solo (Figura 2) e da declividade (Figura 3), pode-se observar que as regiões de maiores altitudes são compostas pelos Argissolos Vermelho-Amarelos (tanto eutróficos quanto distróficos) e Neossolo Litólico distrófico. Essas áreas apresentam um padrão de relevo caracterizado como fortemente ondulado a fortemente montanhoso.

Em regiões de relevo acidentado, a preservação da vegetação nativa em áreas de encostas íngremes e a proteção de nascentes e cursos d'água são recomendadas, uma vez que essas áreas desempenham um papel essencial na conservação do solo, na manutenção da biodiversidade e na proteção dos recursos hídricos (Vidaletti *et al.*, 2021).

Por outro lado, as práticas agrícolas nessas regiões exigem abordagens específicas para mitigar os desafios relacionados à erosão, drenagem do solo, acesso e preservação dos recursos naturais. Para garantir a sustentabilidade e a produtividade nessas áreas, é fundamental que se adote o manejo adequado do solo e a conservação da vegetação nativa (Garcia *et al.*, 2020).

Nas regiões de menor altitude, têm-se a predominância dos Cambissolos e dos Latossolos (tanto Vermelho como Vermelho-Amarelo distrófico). Nessas áreas, o relevo

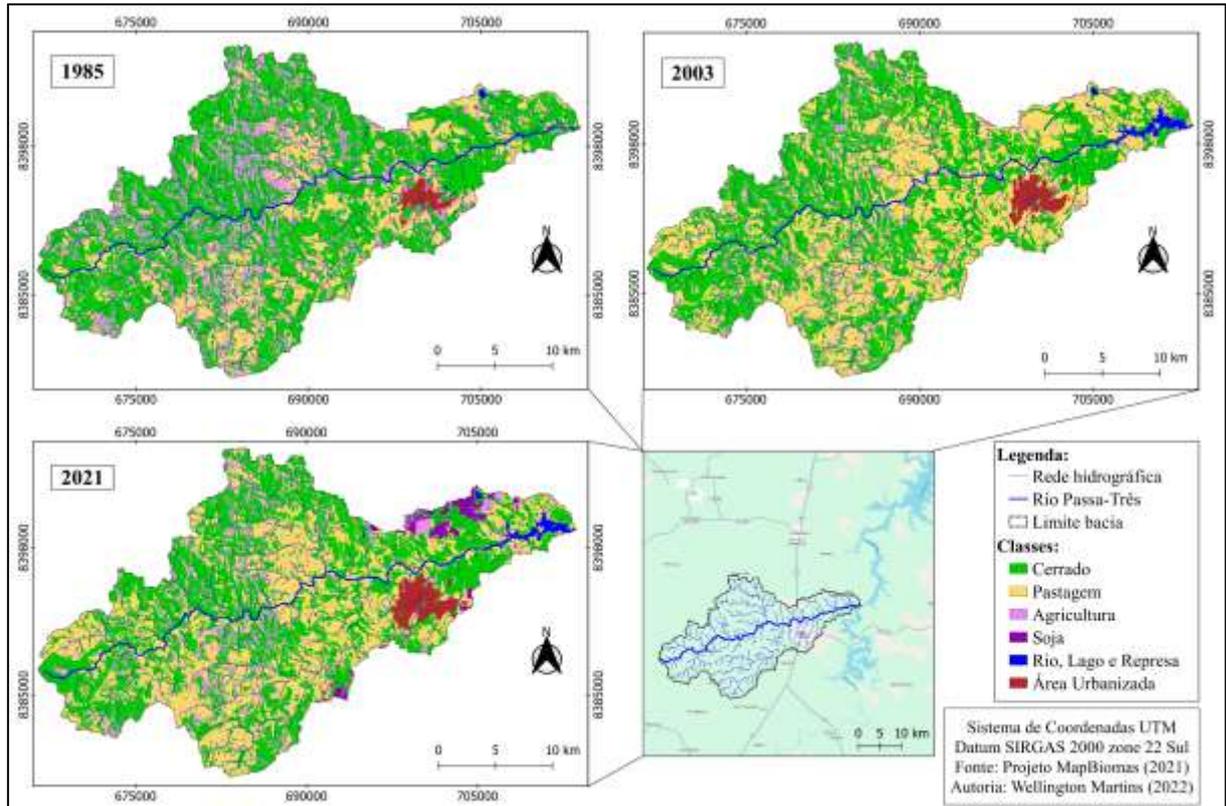
apresenta um comportamento plano a suavemente ondulado. Essas áreas são caracterizadas por superfícies com poucas variações de altitude, possuem terrenos planos, levemente inclinados ou com ondulações suaves, o que proporciona condições favoráveis para a prática agrícola (Periçato; Sousa, 2019).

Nesse contexto, é fundamental que os agricultores e produtores adotem práticas de conservação do solo adequadas às particularidades de cada região, considerando o relevo, o tipo de solo e outros fatores locais. Dessa forma, será possível garantir uma agricultura sustentável e a preservação dos recursos naturais (Anjos *et al.*, 2021).

### Uso e cobertura da terra

Os mapas de uso e cobertura da terra referentes aos anos 1985, 2003 e 2021 são apresentados na Figura 4. Os valores quantificados de cada classe e para cada ano podem ser encontrados nas respectivas tabelas: Tabela 4 para o ano de 1985, Tabela 5 para o ano de 2003 e Tabela 6 para o ano de 2021.

Figura 4 - Uso da terra e cobertura vegetal da bacia do rio Passa-Três dos anos 1985, 2003 e 2021.



Fontes dos dados: Projeto MapBiomas (2021). Elaboração: Wellington Martins (2022).

Conforme os dados quantificados da Tabela 3, verifica-se que em 1985 a área coberta pela vegetação nativa do Cerrado foi a de maior extensão na bacia, representando 58,90% do total e ocupando mais da metade da área. Em seguida, temos a agricultura ocupando 21,86% da área, seguida pelo uso exclusivo para pastagem, que corresponde a 17,81%. Por outro lado, a Área Urbanizada (1,12%) e a classe de Rio, Lago e Represa (0,31%) foram as que apresentaram as menores extensões de cobertura de terra na bacia.

Tabela 3 - Quantificação do uso e cobertura da terra da bacia do rio Passa-Três para o ano de 1985.

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Cerrado	376,32	58,90
Agricultura	139,66	21,86
Pastagem	113,8	17,81
Área urbanizada	7,18	1,12
Rio, Lago e Represa	1,97	0,31
Soja	0,02	0,00
<b>Total</b>	<b>638,86</b>	<b>100</b>

Fonte dos dados: Projeto MapBiomias (2021). Organização: Próprios autores.

Resultados semelhantes foram encontrados por Martins *et al.* (2015) ao estudarem as alterações na cobertura vegetal e no uso da terra na bacia hidrográfica do alto rio Tocantins, em Goiás. Para o ano de 1984, os autores observaram que 63% da área era dominada pelas formações do Cerrado, enquanto mais de 36% correspondiam à cobertura antrópica.

A ocupação dessa bacia hidrográfica está associada ao processo histórico de formação territorial do Estado de Goiás. Nesse estado, a ocupação do território ocorreu a partir da década de 1960, com a transformação de novas áreas para atividades agropecuárias e a exploração intensiva dos recursos ambientais, resultando em estágios de desenvolvimento distintos entre as regiões sul e norte goianas.

Devido à topografia predominantemente plana e aos relevos favoráveis ao uso de maquinários agrícolas, bem como à proximidade de centros urbanos e econômicos, as regiões sul e sudeste de Goiás tornaram-se atrativas para a implementação da agricultura moderna, com infraestrutura complexa para a comercialização de grãos (Zardini; Souza; Martins, 2016).

Por outro lado, a região norte de Goiás foi marcada pela expansão de atividades pecuárias, com menor demanda por infraestrutura moderna, como a criação de gado de corte e pequenas lavouras para subsistência familiar (Arrais, 2008; Prado; Miziara; Ferreira, 2012).

Dessa forma, a configuração territorial vivenciada pelo Estado de Goiás resultou na redução das formações nativas de cerrado, concentrando-se principalmente nas regiões norte e

nordeste goianas, que passaram por um processo de transformação paisagística mais lento em comparação com outras regiões do estado. Essa configuração é evidenciada na análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do presente estudo (SEPLAN, 2011; Peixoto, 2015).

Para o ano de 2003 (Tabela 4), o Cerrado e a Pastagem foram as maiores ocupações na cobertura da terra na área da bacia, correspondendo a 49,94% e 37,41%, respectivamente. Em seguida, a agricultura cobriu 9,86% da área. Em termos de ocupações menores, a Área Urbanizada representou 1,80%, enquanto Rio, Lago e Represa corresponderam a 0,91%. Também houve o surgimento de áreas destinadas ao cultivo da Soja, abrangendo 0,07% da área da bacia.

Tabela 4 - Quantificação do uso e cobertura da terra da bacia do rio Passa-Três para o ano de 2003.

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Cerrado	319,12	49,94
Pastagem	239,06	37,41
Agricultura	63,03	9,86
Área urbanizada	11,48	1,80
Rio, Lago e Represa	5,84	0,91
Soja	0,42	0,07
<b>Total</b>	<b>638,86</b>	<b>100</b>

Fonte dos dados: Projeto MapBiomias (2021). Organização: Próprios autores.

É importante destacar o crescimento urbano ocorrido entre os anos de 1985 e 2003, passando de 1,12% para 1,80%. Além disso, a área representada por Rio, Lago e Represa também aumentou nesse período, de 0,31% para 0,91%.

Esse crescimento é visivelmente demonstrado na comparação entre os mapas dos anos de 1985 e 2003, apresentados na Figura 4, em resposta ao represamento de rios na região ao norte do Estado para a construção da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa em 1998. Esse represamento influenciou diretamente o aumento do acúmulo de água no exutório da bacia, exatamente no ponto de encontro do rio Passa-Três com o rio Maranhão, na região leste da área. No mapa da Figura 5 é demonstrado o rio Passa-Três com área de influência da represa Serra da Mesa.

Figura 5 - Mapa representativo parcial do represamento Serra da Mesa, Goiás.



Fonte dos dados: INPE (2021); IBGE (2022). Elaboração: Wellington Martins (2022).

Além disso, também é possível observar um crescimento expressivo de 19,60% no uso e cobertura da terra para atividades pecuárias entre 1985 e 2003, representando uma área total de 37,41% da bacia. Por outro lado, a cobertura da terra pelas vegetações nativas do Cerrado teve uma redução de 8,96% nesse mesmo período, ocupando uma área total de 49,94% da bacia.

Os dados de uso e cobertura da terra para o ano de 2021 são demonstrados na Tabela 5. Os dados mostram que a ocupação pela vegetação nativa do Cerrado mantém-se como a predominante na bacia, abrangendo 47,82% da área. Em seguida, observa-se o uso da terra para Pastagem, correspondendo a 33,15%. Áreas menores são ocupadas pela presença de Área Urbanizada, representando 2,34% da área, seguida por Rio, Lago e Represa, com 2,00%. Houve também um crescimento na plantação de Soja na região, cobrindo 0,90% da área.

Tabela 5 - Quantificação do uso e cobertura da terra da bacia do rio Passa-Três para o ano de 2021.

Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Cerrado	305,57	47,82
Pastagem	211,83	33,15
Agricultura	88,07	13,78
Área urbanizada	14,96	2,34
Soja	12,78	2,00
Rio, Lago e Represa	5,74	0,90
<b>Total</b>	<b>638,86</b>	<b>100</b>

Fonte dos dados: Projeto MapBiomias (2021). Organização: Próprios autores.

A retirada da vegetação nativa da cobertura da terra no período de 2003 a 2021 foi de 2,12%, abrangendo uma área total de 47,82% da bacia. Em contrapartida, houve um aumento de 3,92% no uso da terra para atividades agrícolas, alcançando uma área total de 13,78% da bacia.

O território da área urbana também registrou um aumento de 0,54%. É relevante ressaltar a redução na área correspondente à classe de Rio, Lago e Represa, que inclui a área de alagamento da represa Serra da Mesa. O nível de água do reservatório do lago de Serra da Mesa tem influência direta no nível de água do rio Passa-Três (Diário do Norte, 2012).

No período de 1985 a 2021, houve uma diminuição significativa da vegetação nativa em detrimento do aumento das áreas destinadas à pecuária e agricultura, como a plantação de soja e cana-de-açúcar, que foram introduzidas nas últimas décadas, além do crescimento da área urbana.

As mudanças no uso da terra, caracterizadas pela remoção da cobertura vegetal para práticas agropecuárias, sem adoção de medidas de conservação do solo e em áreas de preservação permanente, contribuem para o surgimento de processos erosivos, especialmente em solos naturalmente predispostos à erosão, como os solos da área da bacia.

Essas ações prejudicam a proteção dos rios e a capacidade de retenção de impurezas, impedindo que sedimentos provenientes dos processos erosivos invadam os mananciais. A cobertura vegetal nas margens dos rios desempenha um papel fundamental nesse aspecto, garantindo sua proteção (Bonnet *et al.*, 2008).

Nesse sentido, é evidente a necessidade de se adotarem práticas sustentáveis no manejo da terra e na conservação dos recursos naturais, o que envolve a implementação de estratégias de manejo do solo, como a rotação de culturas, e a adoção de medidas de conservação, como o controle da erosão (Paz *et al.*, 2022). Essas medidas são fundamentais para minimizar os impactos negativos do uso da terra na bacia hidrográfica.

Para uma análise mais aprofundada da dinâmica observada no uso e cobertura da terra nos anos de 1985, 2003 e 2021, as classes foram agrupadas com base em sua origem, seja ela natural ou antrópica. Essa classificação segue o modelo adotado pelo MapBiomias (2021), resultando nos grupos G1 - Uso e cobertura natural e G2 - Uso e cobertura antrópicos.

O grupo G1 - Uso e cobertura natural inclui as classes Formação Florestal, Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Rio, Lago e Oceano. Enquanto o grupo G2 - Uso e cobertura antrópicos é composto pelas classes Pastagem, Soja, Cana, Outras Lavouras Temporárias, Área Urbanizada, Silvicultura e Mosaico de Usos.

A Tabela 6 apresenta a área em extensão e a porcentagem das classes de uso e cobertura da terra, agrupadas de acordo com sua origem natural ou antrópica, para os períodos de 1985, 2003 e 2021.

Tabela 6. Variação do uso e cobertura naturais e antrópicos ocorridos entre os anos de 1985, 2003 e 2021 na bacia hidrográfica do rio Passa-Três.

Tipo de uso	1985		2003		2021		%
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	
Uso e cobertura natural	378,29	59,21	326,37	51,08	312,05	48,84	<b>-18,11%</b>
Uso e cobertura antrópicos	260,62	40,79	312,58	48,92	326,90	51,16	<b>+21%</b>

Fonte dos dados: Projeto MapBiomias (2021). Organização: Próprios autores.

Inicialmente, a área ocupada pela cobertura natural era significativamente maior em relação ao uso antrópico, abrangendo uma extensão de 378,29 km<sup>2</sup> (59,21% da área) em comparação com os 260,65 km<sup>2</sup> (40,79% da área) destinados ao uso antrópico.

Ao longo do período de estudo (1985 - 2021), a cobertura vegetal perdeu uma área de 66,24 km<sup>2</sup> (-18,11%). A maior redução dessas áreas de vegetação ocorreu entre os anos de 1985 e 2003, quando houve uma perda de 51,92 km<sup>2</sup> ou -13,72% da cobertura natural. Já no período de 2003 a 2021, a perda foi de 14,32 km<sup>2</sup> ou -4,39% da área de cobertura natural.

Em relação às áreas de uso e cobertura antrópico, em 1985 ocupavam uma extensão de 260,65 km<sup>2</sup>, correspondendo a 40,79% da área. Ao longo do período de estudo (1985 - 2021), o uso da terra para cobertura antrópica expandiu-se em 66,25 km<sup>2</sup> (+21%). O maior aumento foi registrado entre os anos de 1985 e 2003, com um acréscimo de 51,93 km<sup>2</sup> ou +16,62% da área. Já no período de 2003 a 2021, ocorreu um aumento de apenas 14,32 km<sup>2</sup> ou +4,38% da área destinada à cobertura antrópica.

O aumento expressivo das áreas de ocupação antrópica observada na área da bacia entre o período de 1985 a 2003, pode ser explicado pela expansão da fronteira agrícola, que resultou no alcance mais tardio na região norte em comparação às regiões sudeste e sul de Goiás.

A construção da rodovia Belém-Brasília, a criação de políticas públicas a partir de 1970, orientadas para a ocupação e crescimento econômico da região central do Brasil, associada à mudança da capital federal, colocaram Brasil-Central como polo de grandes projetos agropecuários e industriais (Diniz, 2006).

Entretanto, essas ações antrópicas, como a construção de Usinas Hidrelétricas (UHEs), a exemplo da UHE de Serra da Mesa, as atividades agropecuárias e de agricultura no norte

goiano, tem resultado em alterações na paisagem e pode estar associado como causadores das mudanças no ciclo hidrológico dos afluentes regionais influenciados pelo represamento do empreendimento Serra da Mesa (Oliveira, 2007; Gandara, 2017).

Oliveira e Souza (2020) realizaram um estudo sobre as implicações ambientais em uma microrregião do norte goiano, município de Porangatu, resultante das principais atividades agropecuárias da região no período de 2007 a 2016.

Os referidos autores observaram uma crescente perda de cobertura do Cerrado não apenas na microrregião analisada, como também em toda a macrorregião do norte goiano, ocasionadas pela predominante criação de gado de corte e observação da tendência expansiva da produção de soja em decorrência da tecnologia cada vez mais presente no campo, informação que vem de encontro com o aumento da área da soja observado no decorrer dos anos no presente estudo.

O desenvolvimento de atividades de origem agropecuária ao longo do rio resulta na ausência de uma vegetação marginal natural na área do manancial de captação que sustente um processo de erosão natural pela ação das chuvas no solo. Essa remoção da cobertura vegetal apresenta um grande potencial de impacto para a instalação de processos erosivos (Machado; Garcia *et al.*, 2018), principalmente por se tratar de uma área com solos e declividade de predisposição natural para a ocorrência de erosões.

Além disso, o aumento do uso antrópico da terra, como a expansão da agricultura e áreas urbanizadas, pode contribuir para o aumento da impermeabilização do solo. Superfícies impermeáveis, como estradas, estacionamentos e edifícios, impedem a infiltração adequada da água no solo. Isso resulta em maior escoamento superficial durante as chuvas, aumentando o risco de enchentes e comprometendo a recarga dos aquíferos subterrâneos (Silva, 2016; Biasoli; Sorrentino, 2018).

Para solucionar os problemas ambientais decorrentes do uso inadequado da terra e seus impactos nos recursos hídricos, é fundamental implementar práticas de manejo do solo que promovam a conservação e a sustentabilidade, como a rotação de culturas, o plantio direto, o manejo da vegetação marginal do curso d'água e o controle da erosão (Santos, 2020). Essas práticas têm como objetivo minimizar a erosão, melhorar a infiltração da água no solo e proteger a qualidade dos recursos hídricos.

No entanto, como descreve Frizzo e Carvalho (2018), é necessário que essas práticas sejam combinadas com políticas de educação ambiental, incentivos econômicos e regulamentações adequadas para promover sua adoção generalizada. O envolvimento dos agricultores, das comunidades locais e dos órgãos governamentais é fundamental para

implementar e monitorar a eficácia dessas práticas de manejo do solo. Dessa forma, será possível mitigar os impactos ambientais sobre os recursos hídricos, preservando esses importantes ativos naturais para as gerações presentes e futuras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos anos, a bacia hidrográfica do rio Passa-Três tem passado por mudanças em sua cobertura vegetal devido ao avanço das atividades agropecuárias. Isso tem levado à diminuição das formações vegetais nativas do Cerrado em detrimento do aumento das áreas de pastagem e agricultura, principalmente no início do estudo, com um crescimento gradual na produção de soja nos últimos anos.

Além disso, fatores externos à área da bacia, como a presença da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, têm exercido influência no regime de regularização do rio Passa-Três. O represamento artificial de corpos hídricos causado pela usina tem sido apontado como uma das causas das alterações nos níveis de água do rio nos últimos anos.

Esses dados indicam que o uso da terra na bacia hidrográfica do rio Passa-Três ocorre sem a devida consideração das características do solo e do relevo, resultando em impactos que têm início com o desmatamento e se estendem para a pecuária e agricultura.

A fim de solucionar os problemas ambientais decorrentes do uso inadequado da terra na bacia, torna-se imprescindível a implementação de práticas efetivas de manejo do solo. No entanto, é igualmente essencial combinar essas práticas com ações abrangentes de educação ambiental, incentivos econômicos e regulamentações adequadas, contando com a participação ativa de agricultores, comunidades locais e governos. Somente por meio dessa abordagem integrada será possível garantir a preservação dos recursos hídricos, tanto para as gerações presentes quanto para as futuras.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA, EXTENSÃO RURAL E PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMATER. **Refinamento do mapeamento de solos para escala de 1:250.000**, 2017. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ANDRADE, M. H. S.; FREITAS, S. C. de.; ELEUTÉRIO, A. dos S. Qualidade ecológica da água: monitoramento com bioindicadores e análise do uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica urbana. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 88187–88200, 2020.

ANJOS, M. M. S. dos *et al.* Estudo de relevo e potencial de uso do solo no município de São João - Pernambuco. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, [s.l.], v. 3, n. 1, 2021.

BIASSOLI, S.; SORRENTINO, M. Dimensões das políticas públicas de educação ambiental: a necessária inclusão da política do cotidiano. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, p. 2-18, 2018.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás uma análise à escala da bacia hidrográfica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 311-322, 2008.

COSTA, R. C. A. *et al.* Mapeamento das classes de declividade de acordo com a capacidade de uso do solo: estudo de caso da bacia hidrográfica do Tietê. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 47., 2018, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: [s.n.], 2018.

DIÁRIO DO NORTE. Saneago resolve problema de falta de água. **Jornal Diário do Norte**, [s.l.], 2012. Disponível em: <http://www.jornaldiariodonorte.com.br/noticias/saneago-resolve-problema-de-falta-de-agua-8798>. Acesso em: 09 out. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979.

FRIZZO, T. C. E.; CARVALHO, I. C. de M. Políticas públicas atuais no Brasil: o silêncio da educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, n. 1, p. 115–127, 2018.

GANDARA, G. S. Rios: território das águas às margens das cidades: o caso dos rios de Uruaçu-GO. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, [s.l.], n. 31, 2017.

GARCIA, M. I. M. *et al.* Uso do Solo e Vulnerabilidade Socioambiental na Sub-Bacia do Alto Rio das Pedras (Rio de Janeiro/RJ): Subsídios para Regeneração de Rios Neotropicais. **Revista do Departamento de Geografia**, [s.l.], v. 32, p. 29-38, 2016.

GARCIA, Y. M. *et al.* Declivity of land and potential for agricultural mechanization of the hydrographic basin of Pederneiras Stream - Pederneiras/SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 62–72, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de informações ambientais – BDIA. Arquivo de Geologia – Descrição das Unidades. **IBGE**, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 02 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de informações ambientais – BDIA. **IBGE**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 02 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de informações ambientais – BDIA. **IBGE**, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 02 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS - IMB. Secretaria de Estado da Economia de Goiás. **IMB**, [s.l.], 2015. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

LACERDA FILHO, J. V. de. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Escala 1:500.000. [org.] Joffre Valmório de Lacerda Filho, Abelson Rezende e Aurelene da Silva. Goiânia: CPRM/METAGO/UnB, 1999.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. **MAPBIOMAS**, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MARTINS, P. T. de A. *et al.* Alteração na cobertura vegetal e uso da terra da bacia hidrográfica do alto rio Tocantins (GOIÁS): influência das características físicas e a relação com as comunidades indígenas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 392-404, set./dez. 2015.

MOREIRA, M. L. O. *et al.* **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Texto explicativo do mapa geológico de Estado de Goiás e Distrito Federal. Escala 1.500.000 - RJ20133: Fundo de Fomento à Mineração- FUNMINERAL. Goiânia, 2008.

MORAES, R. A.; NASCIMENTO, A. T. A. A análise temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Piracicaba em Minas Gerais. **Geoambiente On-line**, [s.l.], n. 38, p. 19–37, 2020.

OLIVEIRA, E. Rio é ‘invadido’ por plantas. **Jornal Diário do Norte**, Uruaçu, 2007. Disponível em: <http://www.jornaldiariodonorte.com.br/noticias/rio-e-invadido-por-plantas-200>. Acesso em: 09 out. 2020.

OLIVEIRA, E. S. de; SOUZA, J. C. Análise das principais atividades agropecuárias e suas implicações ambientais na microrregião de Porangatu-Goiás, no período de 2007 a 2016. **Élisée, Rev. Geo**, Porangatu, v. 9, n. 1, jan./jun. 2020.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. de. Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do Matopiba: análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia Piauí. **Revista Equador**, Teresina, v. 9, n. 1, p. 317-333, 2020.

PAZ, Y. M.; SILVA, J. F.; HOLANDA, R. M. de .; GALVÍNCIO, J. D. Avaliação espacial da produção de sedimentos e estratégias para redução dos processos erosivos em bacia hidrográfica no nordeste do Brasil. **Derbyana**, São Paulo, v. 43, p. 1-30, 2022.

PEIXOTO, J. de S. G. **A qualidade dos recursos hídricos superficiais no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre - Goiás**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PERIÇATO, A. J.; SOUZA, M. L. de. O Estudo da Fragilidade Potencial e Emergente na Bacia Hidrográfica do Rio das Antas, Noroeste do Paraná. **Caderno de Geografia**, [s.l.], v. 29, n. 59, p. 1064-1082, 2019.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

SANTOS, H. G. dos *et al.* [org.]. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SANTOS, L. B. *et al.* Análise da Dinâmica do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s.l.], v. 13, n. 04, p. 1935-1952, 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO E PLANEJAMENTO – SEPLAN. **Goiás em Dados 2011**: Superintendência de Estatísticas. Pesquisa e Informações Socioeconômicas. Goiânia, 2011.

SILVA, R. F. da. Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. **Caderno de Geografia**, [s.l.], v. 26, n. 47, p. 966-978, 2016.

SOUZA, J. C.; NUNES, N. N. A.; HERCULANO, R. M. C. S. Unidades de paisagem e dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio das Pedras, Goiás, Brasil. **Revista Cerrados (Unimontes)**, Montes Claros. v. 19, n. 01, 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO – SIC. **Base cartográfica e mapas temáticos do Estado de Goiás**: arquivos SIGs (shape). 2006. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, jun./ago. 2006.

VIDALETTI, V. F. *et al.* Impact of land cover, slope and precipitation on soil water infiltration . **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 10, n. 17, p. e193101724562, 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.