



Caracterização morfométrica e avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba – Mato Grosso

Moisés Damasceno Souza^{1,*}, Rivanildo Dallacort¹, Vanessa Rakel de Moraes Dias¹, William Fenner¹, Lucas Santiago Lima², Willian Pacheco Frasson¹ e Marco Antonio Camillo de Carvalho¹

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado”, Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil.

² Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, Brasil.

* Autor Correspondente: moises.damasceno@unemat.br

Recebido: 23/09/2024; Aceito: 10/01/2025.

Resumo: A água é o principal elemento para manutenção da vida no planeta, alterações no ciclo hidrológico, assim como o mal gerenciamento das bacias hidrográficas podem condicionar diferentes cenários quanto a disponibilidade dos recursos hídricos. Dito isso, este trabalho tem como objetivo, delimitar a Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, realizar a caracterização morfométrica da bacia e avaliar as mudanças no uso e ocupação do solo utilizando a coleção 8 do MapBiomias. A caracterização da bacia hidrográfica foi realizada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), extraído do Shuttle Radar Terrain Mission (SRTM), utilizando técnicas de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográficas (SIG). Para avaliação das mudanças do uso e ocupação do solo, as imagens foram adquiridas via Google Earth Engine (GEE), referentes a coleção 8 do MapBiomias, para os anos de 1987 a 2022. Todas as análises foram realizadas nos softwares QGIS 3.18.0 – Zurich e software R. A bacia hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) tem uma área total de 9853,9 km², com um perímetro de 1298,8 km. A amplitude altimétrica é de 620 m. A bacia é classificada como alongada e sem propensão a enchentes, segundos os parâmetros pelo Fator de Forma de 0,23, Índice de Circularidade 0,07, Fator de Forma de I-Pai-Wu (F) 1,83 e Coeficiente de Compacidade 3,66. A BHRS é condicionada por mudanças pontuais na formação florestal para atividades agropecuárias, além disso, outras atividades ganharam espaço dentro dos limites da bacia, caracterizando assim, alterações nas condições naturais do ambiente. Dentro das características de relevo, a BHRS apresentou pouca declividade dentro dos seus limites geográficos.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Sistemas de Informação Geográficas; Google Earth Engine; GEE.

Morphometric characterization and evaluation of land use and occupation in the Sepotuba River basin – Mato Grosso

Abstract: Water is the main element for maintaining life on the planet, changes in the hydrological cycle, as well as poor management of river basins can condition different scenarios regarding the availability of water resources. That said, this work aims to delimit the Sepotuba River Basin, carry out the morphometric characterization of the basin and evaluate changes in land use and occupation using MapBiomias collection 8. The characterization of the river basin was carried out using the Digital Elevation Model (DEM), extracted from the Shuttle Radar Terrain Mission (SRTM), using geoprocessing techniques and Geographic Information Systems (GIS). To evaluate changes in land use and occupation, the images were acquired via Google Earth Engine (GEE), referring to collection 8 of MapBiomias, for the years 1987 to 2022. All analyzes were carried out using QGIS 3.18.0 software – Zurich and R software. The Sepotuba River basin (BHRS) has a total area of 9,853.9 km², with a perimeter of 1,298.8 km. The elevation range is 620 m. The basin is dynamic as elongated and not prone to flooding, the intervals by the Shape Factor of 0.23, Circularity Index 0.07, I-Pai-Wu Shape Factor (F) 1.83 and Compactness Coefficient 3.66. The BHRS is conditioned by specific changes in forest formation for agricultural activities, in addition, other activities have gained space within the limits of the basin, thus characterizing changes in the natural

conditions of the environment. Within the relief characteristics, the BHRS presented little slope within its geographic limits.

Key-words: Water Resources; Geographic Information Systems; Google Earth Engine; GEE.

1. INTRODUÇÃO

O avanço da urbanização em ambientes naturais está se tornando um problema quanto ao impacto gerado nas bacias hidrográficas, como mudanças relacionadas aos padrões pluviométricos, temperatura e escoamento superficial dentro de uma bacia, podendo desencadear em um mal funcionamento do ciclo hidrológico, influenciando diretamente na disponibilidade de água (BRITTO et al., 2019).

O ciclo hidrológico é definido como um fenômeno de circulação de água, de modo que todo o processo é viabilizado pela radiação solar, responsável pela ocorrência e intensidade da evapotranspiração de água dos oceanos e superfícies terrestres (TUCCI & CLARKE, 1997). Considerando toda a interação do ciclo com a atmosfera, litosfera, biosfera, antroposfera com as recentes mudanças nos fatores meteorológicos, é registrada uma maior variabilidade espacial e temporal nesses ambientes como as bacias hidrográficas, resultando em vários problemas relacionados à água (YANG; YANG & XIA, 2021).

A água é considerada um dos bens mais preciosos do planeta. Nas últimas décadas as discussões relacionadas ao manejo dos recursos hídricos estão em evidência, principalmente em países que apresentam uma maior incidência de escassez de água e secas prolongadas. Diversos fatores podem ser apontados como causadores deste fenômeno, um deles é o mal gerenciamento das bacias hidrográficas (DA LUZ & GALVINCIO, 2022).

O Rio Sepotuba, inserido nesse contexto crítico, desempenha um papel fundamental no abastecimento de água em diversos municípios desta região mato-grossense. Com uma extensão territorial de 9.826,72 km², a bacia hidrográfica do Rio Sepotuba distribui suas águas entre dez municípios, incluindo Barra do Bugres, Cáceres e Tangará da Serra, entre outros. Esses municípios dependem das águas do Rio para o suprimento de suas necessidades hídricas, seja para consumo humano, agricultura ou atividades industriais (SILVA et al., 2020).

Além do seu papel fundamental no fornecimento de água para os municípios da região, o Rio Sepotuba atua diretamente no Pantanal Mato-grossense, como parte da Bacia do Alto Paraguai, que contribui para a diversidade biológica e a sustentabilidade do bioma Pantanal. Sua área abrange diversas sub-bacias com grande importância.

A bacia hidrográfica é caracterizada como um sistema geomorfológico formado por várias nascentes e sistemas de canais que drenam para um rio principal até resultar em um leito único no seu exutório, possuindo como principal função, a captação natural de água e delimitada pelos seus divisores topográficos (BOTELHO & DA SILVA, 2004; TUCCI, 2009). As características encontradas nas bacias hidrográficas como sua área, comprimento do canal principal e declividade apresentam respostas diferentes mediante alguns fenômenos como precipitação e escoamento superficial, que podem ser intensificados ou retardados mediante o uso e ocupação do solo (MELO et al., 2020).

A vegetação desempenha um papel crucial como indicador ambiental, sendo influenciada por fatores climáticos, edafológicos e bióticos. Além disso, exerce uma função vital na estabilização dos geoambientes, atuando na proteção do solo contra processos erosivos, facilitando a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais, e exercendo influência sobre as condições climáticas do ambiente (ALMEIDA & DA CUNHA, 2012). A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas desempenha um papel essencial não apenas na compreensão da dinâmica ambiental local e regional, mas também na diferenciação de áreas homogêneas e na identificação de indicadores físicos específicos que qualificam as alterações ambientais (SOUZA et al., 2023).

Em síntese este estudo tem como objetivo (i) delimitar a Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, (ii) realizar a caracterização morfométrica da bacia, e (iii) avaliar o uso e ocupação do solo utilizando a coleção 8 do MapBiomas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As coordenadas exatas da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS), situada no estado de Mato Grosso, estão representados na Figura 1.

A caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba foi realizada seguindo os processos metodológicos realizados por Souza et al. (2023), que atribuem a utilização dos sistemas de informação geográficas (SIG) e técnicas de geoprocessamento para processar o Modelo Digital de Elevação (MDE), extraído do Shuttle Radar Terrain Mission (SRTM), pertencente à base de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

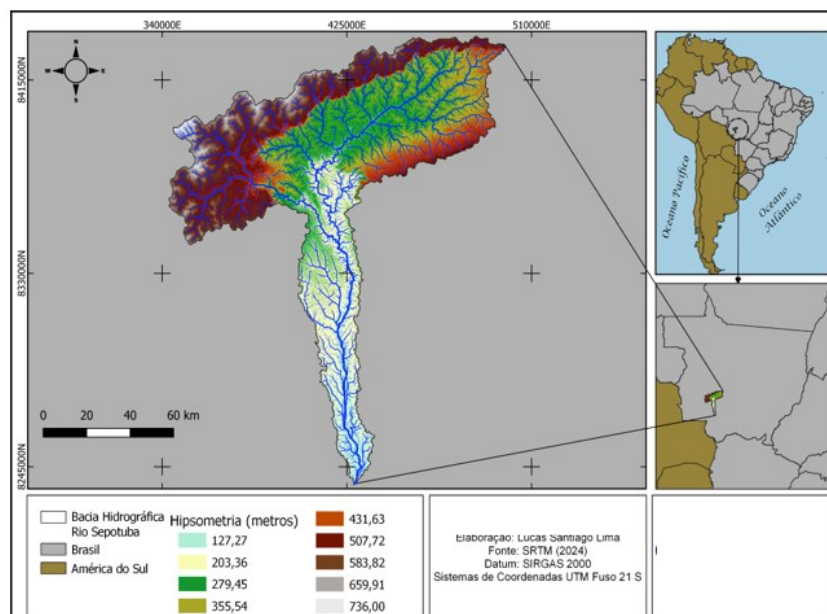


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS).

O uso e ocupação do solo na BHRS foi adquirido a partir da plataforma gratuita Google Earth Engine (GEE), utilizando imagens dos satélites Landsat 5, 7 e 8, através da execução de uma rotina no Code Editor do GEE, sendo possível recortar os limites geográficos da BHRS e realizar o processamento das características de utilização do solo dentro dos seus limites para os anos de 1987, 1992, 1997, 2002, 2007, 2012, 2017, 2022 disponíveis na coleção 8 do MapBiomas (SOUZA, 2020).

Para a formatação dos dados, assim como a formulação dos mapas de uso e ocupação do solo e variáveis da BHRS foi utilizado o software QGIS 3.18.0 – Zurich e software R (R CORE TEAM, 2023).

Os dados adquiridos da USGS foram submetidos ao pré-processamento antes da execução da delimitação da bacia hidrográfica. Foram realizadas três etapas, correção de valores negativos, preenchimento de pixels sem dados e remoção das depressões espúrias, esses métodos possibilitam um melhor tratamento e correção de possíveis falhas no MDE (SANTOS, 2020a). A delimitação e caracterização da BHRS foram realizadas seguindo as atribuições de Santos (2020b) e Souza et al. (2023).

A caracterização fisiográfica da BHRS foi possível com a obtenção dos valores de área (A), perímetro (P), comprimento dos cursos dos rios (Lt) e o comprimento do rio principal (Lc). Foram usadas equações referentes a forma, geometria, relevo e drenagem da bacia hidrográfica para complementar a caracterização fisiográfica.

O coeficiente de compacidade (Kc) é a razão entre o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia hidrográfica (SOUSA et al., 2014). Sendo calculado por meio da Equação 1.

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad 1$$

Em que: Kc - coeficiente de compacidade, adimensional (adm); P – perímetro, em quilômetro (km); A – área, km².

O coeficiente de I-Pai-Wu (F) é dado pela relação entre o comprimento axial da bacia hidrográfica (L) e o comprimento axial de uma bacia circular de área igual à da bacia hidrográfica (L') (SOUSA et al., 2014). Sendo obtido pela Equação 2.

$$F = \frac{L}{2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}} \quad 2$$

Em que: L – comprimento axial da bacia hidrográfica, km.

O fator de forma (Kf) é obtido por meio da razão entre a área e o comprimento axial da bacia hidrográfica (SOUSA et al., 2014). O Kf foi calculado por meio da Equação 3.

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad 3$$

Em que: Kf – fator de forma, adm.

O índice de circularidade (IC) é a razão entre a área da bacia hidrográfica e área de um círculo, com circunferência igual ao perímetro da bacia hidrográfica (SANTOS et al., 2012). Calculada através da Equação 4.

$$IC = \frac{12,57 \times A}{p^2} \quad 4$$

Em que: IC – índice de circularidade, adm.

A densidade de drenagem (Dd) é obtida através da razão entre o comprimento total dos cursos d'água com a área total da bacia hidrográfica (SANTOS et al., 2012). Obtido pela Equação 5.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad 5$$

Em que: Dd – densidade de drenagem, em km/km²; Lt – comprimento total dos canais, em km.

O índice de sinuosidade (Si) é calculado utilizando o comprimento do canal com a distância vetorial, ou seja, uma linha reta entre os extremos do canal principal (NARDINI et al., 2013). Calculado por meio da Equação 6.

$$Si = \frac{Lc}{Lv} \quad 6$$

Em que: Si – índice de sinuosidade, adm; Lc – comprimento do rio principal, em km; Lv – comprimento vetorial do rio principal, em km.

A amplitude altimétrica (Hm) é a diferença entre a maior e a menor altitude da área da bacia hidrográfica (PADILHA & DE SOUZA, 2017). Obtida através da Equação 7.

$$Hm = P1 - P2 \quad 7$$

Em que: Hm – amplitude altimétrica, em metros (m); P1 – maior altitude, em m; P2 – menor altitude, em m.

O padrão de drenagem foi caracterizado por meio de comparação visual por parte dos autores, em comparação aos padrões de drenagem descritos por Christofoletti (1980). A hierarquia fluvial é uma técnica que permite classificar os cursos d'água dando números a eles, assim, separando-os em ordens e grandezas distintas (STRAHLER, 1952).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) tem uma área total de 9853,9 km², com um perímetro de 1298,8 km. A amplitude altimétrica é de 620 m, com valores máximos e mínimos de 746 e 126,8 metros, respectivamente (Tabela 1). Esses índices são caracterizados por definir a potencialidade hídrica e hidrológica de uma bacia, amplitude altimétrica elevadas, assim como área e perímetro, condicionam menores tendências de picos de enchentes, e elevam o escoamento da bacia, reduzindo assim o tempo de concentração (TUCCI, 2009).

Os coeficientes que condicionam a forma da bacia indicam uma baixa suscetibilidade a enchentes, caracterizado pelo Fator de Forma de 0,23, Índice de Circularidade 0,07, Fator de Forma de I-Pai-Wu (F) 1,83 e Coeficiente de Compacidade 3,66, que classificam a BHRS como alongada e sem propensão a enchentes.

Estes índices são responsáveis por classificar a bacia quanto a sua forma, partindo de características de circularidade e alongamento, sendo que bacias classificadas como alongadas condicionam uma maior taxa de escoamento e menor retenção de água no ambiente, influenciando diretamente na não ocorrência de enchentes (SOUZA et al., 2023).

O índice de sinuosidade é característico por identificar as condições de escoamento encontrado nos limites do canal principal, a partir dele é possível averiguar a disposição desses canais, em estruturas retilíneas ou sinuosas. Para a BHRS o índice é 1,51, seguindo a classificação De Freitas (1952), em que valores próximos a 1 são retilíneos e superiores a 2 sinuosos, a bacia apresenta estrutura retilínea em seus canais, essa classificação reafirma a viabilidade de escoamento dentro da bacia, deste modo, não apresentando problemas de enchentes na ocorrência de eventos normais de precipitação. Canais com estruturas retas são caracterizados pela redução do acúmulo de sedimentos em relação a canais com maior sinuosidade, apresentando menor assoreamento dentro da bacia (MARINHO et al., 2021).

Tabela 1. Características geométricas e relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba - Mato Grosso.

Área de Drenagem	Unidade	BHRS
Área (A)	km ²	9853,9
Perímetro (P)	km	1298,8
Forma da Bacia		
Fator de Forma (Kf)	-	0,23
Índice de Circularidade (Ic)	-	0,07
Fator de forma de I-Pai-Wu (F)	-	1,83
Coefficiente de compacidade (Kc)	-	3,66
Relevo da Bacia		
Altitude Máxima	m	746
Altitude Média	m	436,4
Altitude Mínima	m	126,8
Amplitude Altimétrica (Hm)	m	620
Sistema de Drenagem		
Ordem Strahler	-	8
Densidade de Drenagem (Dd)	km/km ²	1,3
Padrão de Drenagem	-	Dendrítica
Índice de Sinuosidade	-	1,5
Comprimento total dos canais (Lt)	km	12979,6
Comprimento do eixo principal	km	205,4
Comprimento do canal principal (L)	m	310292,6

O sistema de drenagem da BHRS é caracterizado com ordenação de canais de ordem 8ª (Tabela 1), com classificação de drenagem dendrítica, condicionada a apresentar maiores ramificações em seus canais, além do exposto, tais características são encontradas em bacias mais alongadas com densidade de drenagem de 1,31 km/km², segundo Villela & Mattos (1975) com distribuição média dentro da bacia (Tabela 1).

A BHRS apresenta uma rede de canais com ordem 8ª sendo considerado alto (Figura 2), deste modo, justificando sua forma física, essa característica condiciona a presença de canais com maior profundidade e largura, influenciando principalmente no fluxo de água e maior riqueza de espécies aquáticas (MARINHO et al., 2021; SOUZA et al., 2023). A densidade de drenagem pode ser modificada em função do clima e solo presentes dentro da bacia, essa função, condiciona densidade maior em clima úmido em relação a localizações com clima árido. Um dos fatores que geram a instabilidade deste índice é a capacidade de infiltração, porque solos com maior permeabilidade são responsáveis por uma menor densidade de drenagem, aumentando assim, o escoamento e transporte de sedimentos (MELO et al., 2020; SHEKAR & MATHEW, 2024).

Conforme destacado por Da Costa et al. (2020), as deficiências na criação de novos canais e na densidade de drenagem, além do coeficiente de manutenção da bacia, podem comprometer a eficiência do sistema de drenagem, impactando negativamente a dinâmica hídrica, o uso múltiplo das águas e os ecossistemas que dependem das águas dessas bacias.

A BHRS denota uma declividade média de 5,23%, classificada como de relevo suavemente ondulado (Figura 3), esse parâmetro é responsável por condicionar diversos processos no interior da bacia, como taxas de infiltração

e escoamento superficial. Os resultados obtidos na BHRS foram semelhantes ao estudo de Gamero et al. (2023) em que eles citam que uma das classes de declividade que mais representou a área da BHRS foi o relevo suave ondulado. Segundo Vale & Bordalo (2020), características de declive dentro de uma bacia hidrográfica são responsáveis por quantificar a intensidade de infiltração e escoamento em função de um evento de precipitação, sendo que bacias com alta declividade são propensas a maiores erosões e perda de sedimento (áreas sem cobertura), e além disso, possuem menor tempo de concentração, resultando em uma menor infiltração de água, e baixo abastecimento de águas subterrâneas.

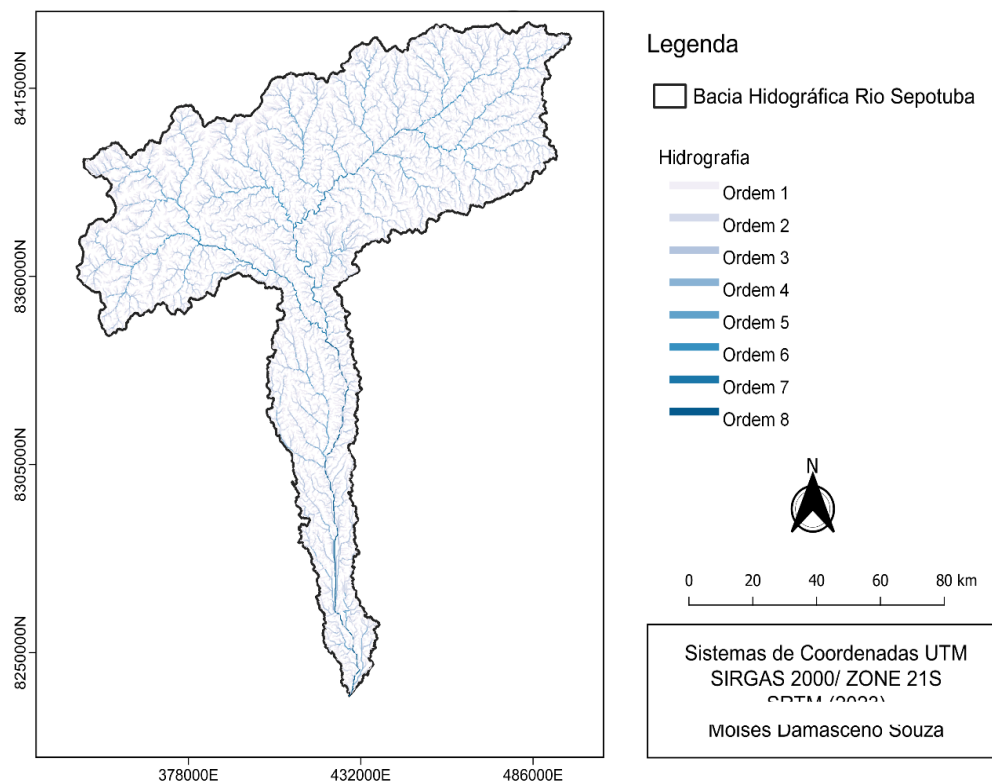


Figura 2. Ordenação dos canais da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba - Mato Grosso.

Alterações no uso e ocupação do solo estão relacionadas a como os seres humanos modificam uma região, alterando aspectos biofísicos do local, como tipo de vegetação, condições do solo, urbanismo e práticas agrícolas. A BHRS é condicionada por mudanças pontuais na formação florestal para atividades agropecuárias, além disso, outras atividades ganharam espaço dentro dos limites da bacia, mostrando assim uma evolução temporal constante do uso e ocupação do solo na região dentre os anos de 1985 a 2022 (Figura 4).

Mudanças no uso e ocupação do solo podem implicar em mudanças cruciais em alguns aspectos das bacias, como maiores picos de inundações, balanço hídrico e alteração na evapotranspiração nos ambientes. No entanto, o grau de impacto varia mediante as características das bacias, como clima, solo intensidade e severidade da alteração (SHEKAR & MATHEW, 2023).

Um dos principais causadores do aumento do escoamento superficial e da vazão da bacia é alteração no uso e ocupação do solo, principalmente quando relacionada ao desmatamento. Essa atividade reduz a permeabilidade do solo, diminuindo o volume de água infiltrado com aumento do escoamento e, por outro lado, as florestas são responsáveis pela promoção da recarga das águas subterrâneas, melhora a capacidade de armazenamento do solo e aumenta as taxas de infiltração. Diferente das florestas, as áreas agrícolas possuem maior suscetibilidade em apresentar maior escoamento e transporte de sedimentos (ALADEJANA et al., 2018).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS), observa-se que 41,57% de sua paisagem é ecodinamicamente estável, mediante à conservação da vegetação nativa. No entanto, 58,43% da bacia apresentam instabilidade ecodinâmica, refletindo a forte influência das atividades econômicas, especialmente a agropecuária extensiva, considerando-se o fator territorial (LEANDRO et al., 2020). Esta atividade exige grandes extensões territoriais, o que resulta na supressão da vegetação natural e, consequentemente, em um desequilíbrio ambiental significativo. Esta pressão sobre o ambiente natural sublinha a necessidade de práticas sustentáveis que possam minimizar os impactos negativos sobre a paisagem (SILVA et al., 2020).

Ainda segundo Silva et al. (2020), avaliando as sub-bacias do Rio Sepotuba, apenas 11,74% da paisagem apresentam instabilidade dinâmica, mas essa instabilidade está concentrada em 46,69% das sub-bacias da região, incluindo o Médio Sepotuba, Rio Sepotubinha, Rio Juba, e outras. O desequilíbrio ambiental, impulsionado pelas atividades antrópicas, evidencia a urgência de intervenções que promovam a recuperação e conservação dos ecossistemas locais.

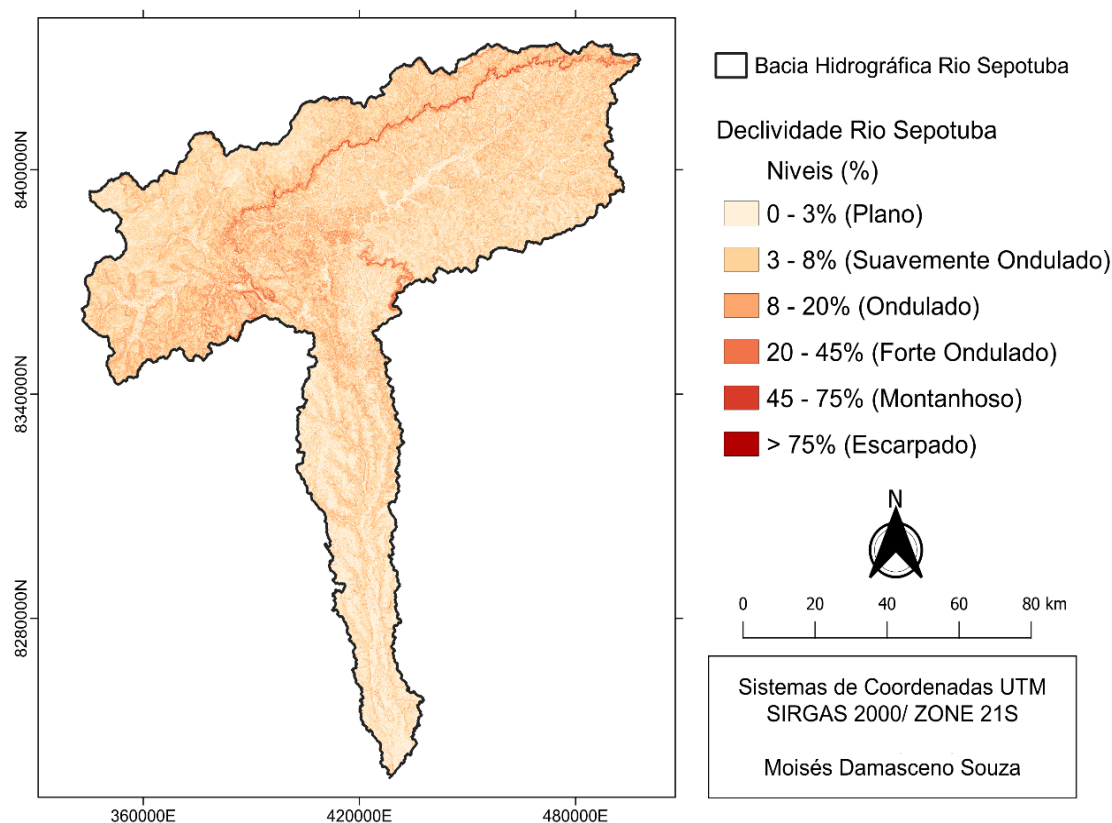


Figura 3. Declividade presente na área da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba - Mato Grosso.

Foram identificados mais de 880 pontos no que se refere às principais intervenções relacionadas à conservação e apropriação dos recursos naturais (água e solo) na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, bem como particularidades por sub-bacia hidrográfica. No ano de 2016, a ocupação em área pelos setores agropecuários ultrapassou o percentual de 50% em seis das oito sub-bacias. Em outras palavras, quase 70% da área total da bacia hidrográfica do rio Sepotuba atualmente encontra-se intensamente ocupada pelo setor agropecuário, com impactos diretos no solo e na água (erosão, barramentos e assoreamento de canal) (LEANDRO et al., 2020).

O desenvolvimento agrícola do estado e do município de Tangará da Serra impulsionou a alteração no uso e ocupação do solo de ambientes naturais para práticas agrícolas. No primeiro ano de estudo (1987), a BHRS tinha uma área total de 38,71% composta por florestas naturais, como contraponto, atividades voltadas à agropecuária somavam 25,70% de ocupação dentro dos limites da bacia. Ao longo da evolução temporal houve um aumento significativo de atividades agrícolas com destaque para culturas como a soja que passou de 0,37% para 7,09% de ocupação na BHRS, com redução da formação florestal para 22,49% e aumento das áreas voltadas à agricultura para 50,23% no ano de 2022.

Segundo Leandro & Rocha (2019) existe uma forte correlação entre a expansão agropecuária e a degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba. Foi observado que a monocultura predominante na área de Tangará da Serra exerce um papel significativo na supressão das coberturas vegetais nativas, enquanto na região de Cáceres, a pecuária é a atividade principal.

A expansão das atividades agropecuárias na bacia do rio Sepotuba tem levado a uma degradação ambiental progressiva, com diferentes níveis de impacto observados ao longo do curso do rio. A pesquisa ressalta a necessidade de um planejamento mais cuidadoso para mitigar os efeitos negativos dessas atividades e preservar as características ambientais da região, especialmente considerando a importância da bacia para o sistema hidrográfico do Alto Paraguai e do Pantanal (LEANDRO & ROCHA, 2019).

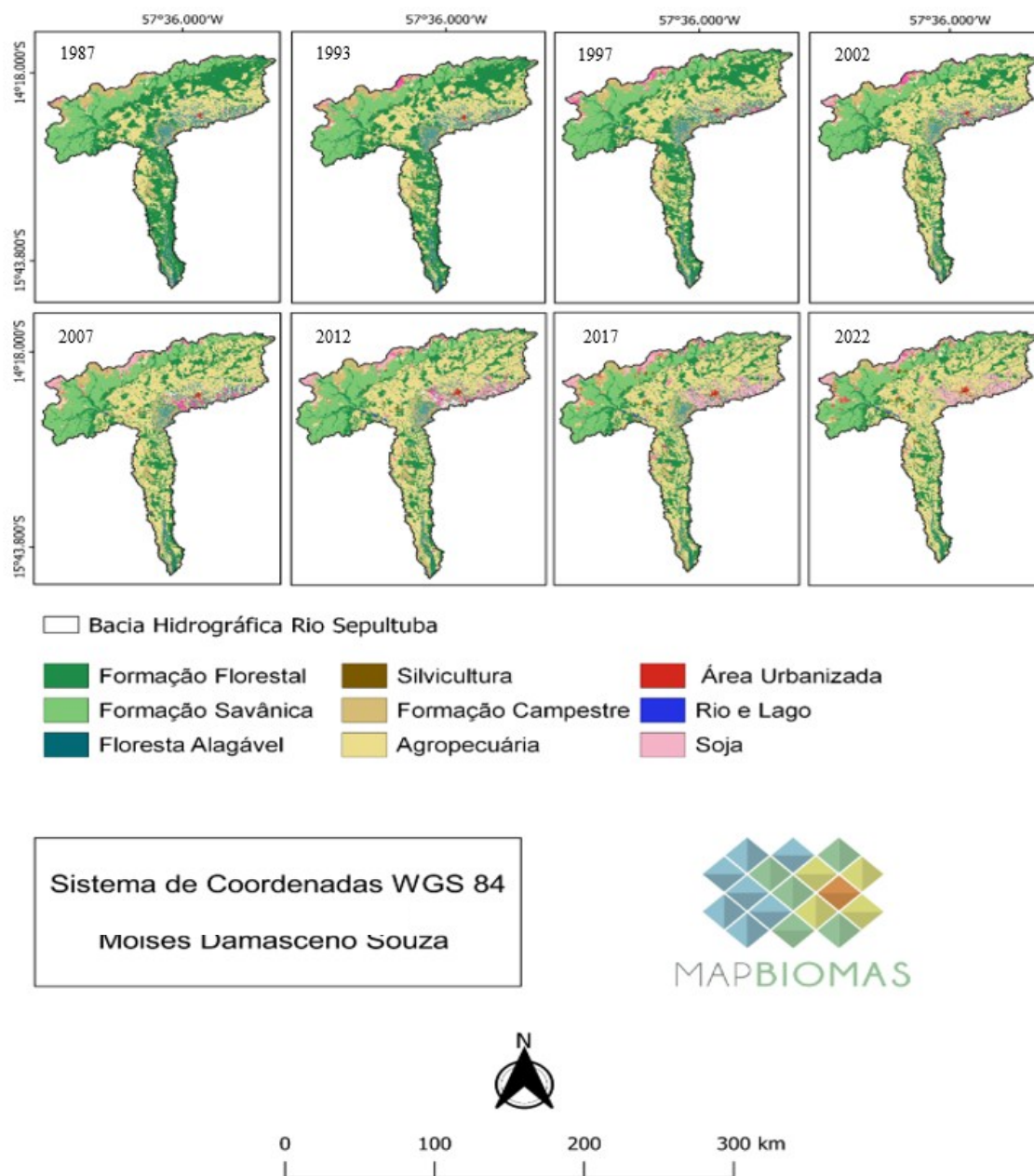


Figura 4. Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba - Mato Grosso.

4. CONCLUSÕES

A Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba não apresenta suscetibilidade a enchentes, características que favorecem o escoamento, de acordo com as variáveis coeficiente de compacidade, fator de forma, fator de forma de I-Pai-Wu e índice de circularidade, referentes a forma da bacia.

Contudo, mudanças significativas no uso e ocupação do solo ocorreram entre os anos de 1987 a 2022, em que a formação florestal teve uma redução na sua área em 58%, e essas alterações diretas na retirada da floresta e inserção de atividades agropecuárias foram destaque na avaliação.

Estas alterações resultam em instabilidade ambiental e impactos na dinâmica hídrica, como aumento de escoamento superficial, assoreamento e redução da cobertura florestal. A crescente ocupação agropecuária, com destaque para monoculturas, evidencia a necessidade de práticas sustentáveis para mitigar a degradação ambiental e preservar a funcionalidade hídrica e ecológica da bacia.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado do primeiro autor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADEJANA, O. O.; SALAMI, A. T. ADETORO, O. O. Hydrological responses to land degradation in the Northwest Benin Owena River Basin, Nigeria. **Journal of Environmental Management**, v. 225, p. 300-312, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.095>
- ALMEIDA, N. V.; DA CUNHA, S. B. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá–Nordeste do Brasil/Paraíba. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 6, p. 365-378, 2012. <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1953>
- BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, AS. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-192, 2004.
- BRITTO, M.; DE MELLO BAPTISTA, G. M.; DE LIMA, E. A. O estudo dos componentes do ciclo hidrológico desde métodos tradicionais até o uso de sensoriamento remoto: uma revisão. **Paranoá**, n. 23, p. 127-146, 2019. <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n23.2019.11>
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª. ed. revisada e ampliada. São Paulo: Editora Blucher, 1980. 188p.
- DA COSTA, A. A. D.; GALVANIN, E. A. D. S.; NEVES, S. M. A. D. S. Análise morfométrica da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso-Brasil. **Geosul**, v. 35, n. 74, p. 483-500, 2020. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n74p483>
- DA LUZ, G. G.; GALVINCIO, J. D. Balanço hídrico superficial da bacia hidrográfica do riacho Milagres-PE, utilizando o SUPeR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.15, n.2, p.1094-1107, 2022. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/253830>
- DE FREITAS, R. O. Textura da drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 11, p. 53-57, 1952. <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1366>
- GAMERO, A. R.; NEVES, S. M. A. D. S.; LENADRO, G. R. D. S.; GALVANIN, E. A. D. S.; GONZÁLEZ, A. Z. D. Atributos da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Sepotuba, Mato Grosso, Brasil. **Formação (Online)**, v. 30, n. 57, p. 87-118, 2023. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/9086>
- LEANDRO, G. R. S.; ROCHA, P. C.; SOUZA, C. A. Apropriação dos recursos hídricos e intervenções nos canais fluviais na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Ciência Geográfica**, v. 24, n. 3, p. 1444-1461, 2020. https://www.agbbauro.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_3/agb_xxiv_3_web/agb_xxiv_3-27.pdf
- LEANDRO, G. R. S.; ROCHA, P. C. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Sociedade & Natureza**, v.31, p.1-21, 2019. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-45603>
- MARINHO, D. D. S.; VENDRUSCOLO, J.; VASCONCELOS, T. B.; CLEITON, W.; CAVALHEIRO, S.; STACHIW, R. Caracterização morfométrica da Sub-bacia do Rio Ribeirão, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. e7225, 2021. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n2e7225>
- MELO, D. O. S.; SANTOS, L. D. S.; BARBOSA, A. D. G.; MENDES, L. A. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Real pelo uso de dados SRTM e tecnologias SIG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 7, p. 3553-3570, 2020. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/245050>
- NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X. D.; CARDOSO, L. G.; GOMES, L. N. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma microbacia hidrográfica. **Irriga**, v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013. <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n4p687>
- PADILHA, R. M.; DE SOUZA, C. A. Características morfométricas do relevo e drenagem da bacia hidrográfica do Rio Carapá nos municípios de Colíder e Nova Canaã do Norte – MT. In: **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP, 2017. p. 52-63. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1777>
- R CORE TEAM (2023). **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>> Acesso em: jun 2024.
- SANTOS, A. R. Vídeo (11:36 min). Aula 18 - **Pré-processamento - Etapa 03: Correção de valores negativos do MDE SRTM de 30m no QGIS**. Publicado pelo canal Mundo da Geomática, 2020a. Disponível em: <https://youtu.be/h75zqjMMs9A>. Acesso em: 22 Abr 2024.
- SANTOS, A. R. Vídeo (32:13 min). Aula 24 - **Delimitação de uma bacia hidrográfica de referência no SAGA com o QGIS**. Publicado pelo canal Mundo da Geomática, 2020b. Disponível em: <https://youtu.be/j2QeqMnzXS4>. Acesso em: 01 jun 2024.
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométricas das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.945>

- SHEKAR, P. R.; MATHEW, A. Detection of land use/land cover changes in a watershed: A case study of the Murredu watershed in Telangana state, India. **Watershed Ecology and the Environment**, v. 5, p. 46-55, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2022.12.003>
- SHEKAR, P. R.; MATHEW, A. Morphometric Analysis for Prioritizing Sub-watersheds of the Chulband River Basin, India, Using Geospatial Techniques. In: **Geospatial Technology to Support Communities and Policy: Pathways to Resiliency**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 29-45. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52561-2_3
- SILVA, S. M. A.; SILVA, G. D. J. O., SANTOS, G. E. A., SILVA LUZ, C. C. Análise da fragilidade ambiental da paisagem da bacia do rio Sepotuba–Mato Grosso, Brasil. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 10, n. 2, p. 186-203, 2020. <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2020.v10.31803>
- SOUSA, A. B. O. de. et al. **Hidrologia**. Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ-USP. (Série Didática, 018), Piracicaba, 457p., 2014.
- SOUZA, M. D.; JOSÉ, J. V.; PEREIRA, L. B.; LIMA, L. S.; LEITE, K. N, MOREIRA, J.G D. V. Caracterização fisiográfica e do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica Treze de Maio no Oeste da Amazônia. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e6412139278-e6412139278, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39278>
- SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R. et al. 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, p. 2735, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (área-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**. v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. Rbrh: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.1, p. 135-152, 1997. <http://hdl.handle.net/10183/233443>
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Apeú, Amazônia Oriental. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, 2020. <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i51.6026>
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Bacia hidrográfica**. Hidrologia Aplicada. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.
- YANG, D.; YANG, Y.; XIA, J. Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. **Geography and Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 115-122, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.003>