



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Córrego Pombal e avaliação do potencial geoturístico da comunidade quilombola Furnas do Dionísio, Jaraguari – MS

Viviane Capoane¹, Daiane Alencar da Silva², Thaís de Oliveira Guimarães³, Melina Fushimi¹

¹ Professoras no curso de Geografia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Av. Dom Antônio Barbosa (MS-080), 4.155, CEP 79115-898, Campo Grande – MS. capoane@gmail.com (autora correspondente), fushimi.melina@gmail.com. ² Professora no curso de Geografia, UEMS, Unidade Universitária Jardim, Av. 11 de Dezembro, 1425 - Vila Camisão, Jardim - MS, 79240-000, daianeufgd@hotmail.com. ³ Professora no curso de Geografia, Universidade de Pernambuco, Campus de Petrolina, Rodovia BR 203, Km 2 s/n - Vila Eduardo, Petrolina - PE, 56328-900. thais.guimaraes@upe.br

Artigo recebido em 21/08/2021 e aceito em 03/02/2022

RESUMO

A caracterização de bacias hidrográficas é fundamental para quantificar os riscos, e diagnosticar a saúde, a vulnerabilidade, o potencial de recuperação e os locais prioritários para conservação e restauração em nível nacional e regional. No presente trabalho i) foi feita a caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do córrego Pombal a fim de gerar dados que subsidiem planejadores e gestores na tomada de decisão, e ii) foi avaliado o potencial geoturístico da comunidade quilombola Furnas do Dionísio a fim orientar seu desenvolvimento. Para a caracterização geoambiental foram utilizados dados geográficos de diferentes fontes (CPRM e IBGE), escalas (1:1.000.000, 1:250.000), resolução espacial (USGS), e resolução temporal (MapBiomas). Os programas de geoprocessamento utilizados foram: ArcGIS (extração dos atributos topográficos primários), SAGA GIS (extração dos atributos topográficos secundários), e SNAP (índice radiométrico de vegetação). O potencial geoturístico foi analisado com base na caracterização geoambiental da bacia hidrográfica e em trabalhos de campos. A bacia hidrográfica do córrego Pombal corresponde a um ambiente ecologicamente frágil e os usos antrópicos atuais não consideram as aptidões e restrições agrícolas, o que têm impactado os ambientes terrestres e aquáticos. O geoturismo constitui em uma alternativa para o desenvolvimento ecológico, econômico e social da comunidade.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, Geoespacial, MDS, Geodiversidade, Geoconservação.

Geoenvironmental characterization of the Pombal watershed and evaluation of the geotourism potential of the quilombola community Furnas do Dionísio, Jaraguari – MS

ABSTRACT

The characterization of watersheds is essential for the quantification of risks, the diagnosis of health, vulnerability and recovery potential, and the identification of priority sites for conservation and restoration at the regional and national level. In the present work, i) a geoenvironmental characterization of the Pombal watershed was produced to generate data to aid planners and managers in decision-making, and ii) an evaluation of the geotourism potential of the “Furnas do Dionísio” quilombola community was made to guide its development. Geographic data from different sources (CPRM and IBGE), scales (1:1,000,000, 1:250,000), spatial resolution (USGS), and temporal resolution (MapBiomas) were used for the geoenvironmental characterization. The programs ArcGIS (extraction of primary topographic attributes), SAGA GIS (extraction of secondary attributes), and SNAP (radiometric index of vegetation) were used for geoprocessing. The geotourism potential was analyzed based on the geoenvironmental characterization of the watershed and in fieldwork. The terrestrial and aquatic environments of the Pombal watershed, an ecologically fragile environment, was impacted by anthropic usage, which did not consider agricultural capacity nor restrictions. Geotourism is an alternative for the ecological, economic, and social development of the community.

Keywords: Geographic Information System, Geospatial, DSM, Geodiversity, Geoconservation.

Introdução

Ao longo dos milênios, a conversão de sistemas naturais em agroecossistemas e as

transformações antropogênicas alteraram significativamente os Sistemas da Terra, incluindo a atmosfera, hidrosfera, litosfera e a biosfera

(Vitousek et al., 1997; Vörösmarty e Sahagian, 2000; Foley et al., 2005; Wilkinson e Mcelroy, 2007; Ellis e Ramankutty, 2008, Jackson, 2021, dentre outros), com implicações importantes para a sustentabilidade dos meios de subsistência e a sobrevivência das espécies. Para Steffen et al. (2015), o conhecimento científico atual sugere uma probabilidade muito maior de uma mudança no funcionamento do Sistema Terra que poderia ser potencialmente devastadora para a espécie humana.

Os impactos humanos na transformação da paisagem podem ser intencionais, como mineração, abertura de vias, terraplanagens, ou não intencionais, como a agricultura (Hooke, 1994; Hooke, 2000; Hooke, Martín-Duque e Pedraza, 2012; Goudie, 2020). As enormes quantidades de solo e rocha movidas pelos humanos nas últimas décadas, principalmente na Grande Aceleração, 1945 a 2015 (Steffen, Crutzen e McNeill, 2007), é consequência da explosão da população mundial que aumenta a demanda por produtos agrícolas e, no caso das atividades intencionais, do desenvolvimento tecnológico (Hooke, 2000). Para Ellis (2011), mesmo que as populações humanas diminuíssem substancialmente, ou que o uso da terra se tornasse muito mais eficiente - produzir mais com menos: menos área de terra, menos uso de água, menos entrada de fertilizantes e pesticidas e menos uso de energia (Lal, 2018) - a atual extensão global, duração, tipo e intensidade da transformação humana dos ecossistemas já alterou irreversivelmente a biosfera terrestre em níveis suficientes para deixar um registro geológico inequívoco, diferindo substancialmente daquele do Holoceno ou de qualquer Época anterior - o Antropoceno (Waters et al., 2016; Zalasiewicz et al., 2019; AWG, 2021; Tong et al., 2022).

O ritmo cada vez mais rápido das alterações das formas de relevo e na taxa de operação dos processos geomórficos (erosão e sedimentação) e hidrológicos (qualitativo e quantitativo) em resposta às mudanças no uso da terra e as mudanças climáticas antropogênicas, requer além do entendimento da mecânica dos processos e os fatores que influenciam os processos, a identificação dos locais sensíveis (Goudie, 2020), que devem ser os prioritários para conservação, recuperação e/ou restauração ecológica. Assim, a agricultura, sendo um motor de desenvolvimento econômico, é parte integrante de qualquer agenda para tratar de questões globais do século XXI (Lal, 2014).

A bacia hidrográfica (BH), por integrar os processos que ocorrem nas vertentes, é adotada como unidade territorial para fins de planejamento

e gestão em diversas partes do mundo. No Brasil a BH é tida no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais, com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental (Brasil, 1997; Carvalho, 2020).

A BH do córrego Pombal, área de estudo do presente trabalho, assim como a maioria das áreas onde os sistemas naturais foram convertidos para agroecossistemas, teve os fluxos de serviços ecossistêmicos (estoque de carbono, purificação da água, água subterrânea e regulação de fluxo superficial, controle de erosão e estabilização de margens de rios, colonização por espécies invasoras, resiliência a mudanças climáticas, dentre outros) reduzidos. A provisão de serviços ecossistêmicos pode ser ainda mais degradada se as atividades antrópicas não considerarem as aptidões e restrições do espaço quanto ao uso da terra.

Considerando que a caracterização geoambiental permite conhecer as aptidões e restrições do espaço quanto ao uso da terra servindo como instrumento de planejamento e ordenamento territorial, este trabalho teve como objetivo fazer uma caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do córrego Pombal, visando gerar informações que subsidiem o planejamento e a gestão dos recursos naturais.

A escolha da área deu-se pois, além de não existirem trabalhos publicados nessa temática para a área, na BH está inserida a comunidade quilombola Furnas do Dionísio, importante atrativo turístico da região, com potencialidades para o desenvolvimento do geoturismo, atividade turística voltada especialmente para os sistemas naturais, com ênfase na geodiversidade, no conhecimento, na valorização e promoção do território.

Material e métodos

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do córrego Pombal localiza-se integralmente no município de Jaraguari, região central do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). O município possui uma área de 2.912,836 km² e está situado na microrregião de Campo Grande, com sede localizada a 42 km da capital do Estado (Figura 1). A população estimada do município para 2020 foi de 7.265 habitantes (IBGE, 2021a).

O setor que mais gera valor no município é o de Comércio e Serviços (SEBRAE/MS, 2021). As atividades do agronegócio estão concentradas na pecuária, com rebanho bovino de 181.903

cabeças; 64.224 galináceos; 13.553 suínos; 4.062 equinos; 3.952 ovinos; 264 caprinos e; 52 bubalinos em 2019 (IBGE, 2021b). As culturas temporárias ocupavam uma área de 29.635 ha em 2019 (IBGE, 2021c) e, os cultivos de soja (67,5%)

e milho (28,7%), ocupavam, juntos, 96,2% da área com culturas temporárias no município. A silvicultura, composta por florestas plantadas com eucalipto, ocupava uma área de 15.781 ha em 2019 (IBGE, 2021d).

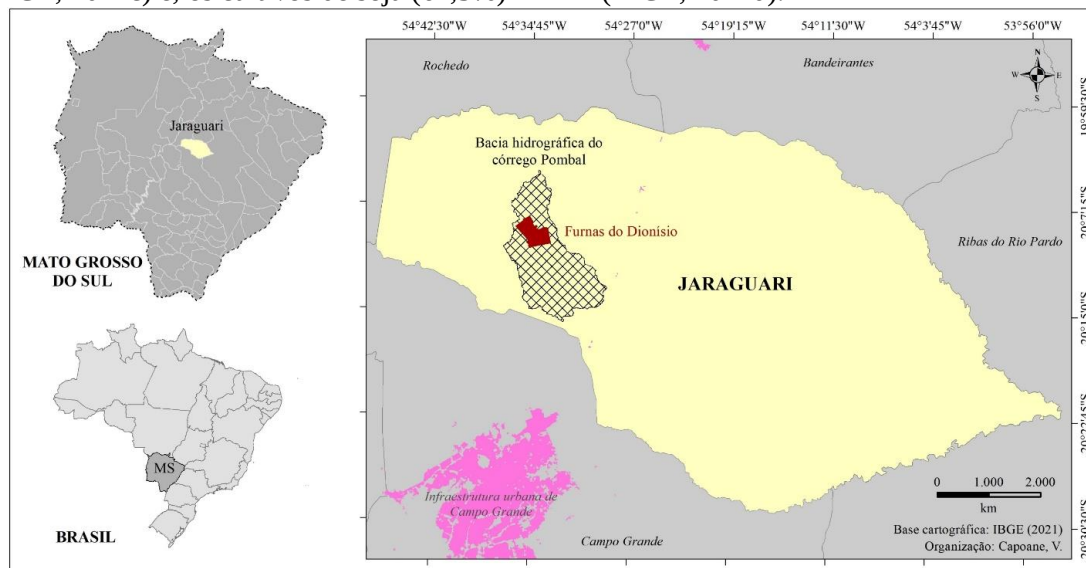


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do córrego Pombal e do quilombo Fornos do Dionísio no município de Jaraguari, Mato Grosso do Sul

Delimitação da bacia hidrográfica e caracterização geomorfométrica

A base cartográfica utilizada para delimitação da BH e caracterização geomorfométrica foi o Modelo Digital de Superfície (MDS) da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 1 segundo de arco (aproximadamente 30 metros no Equador). A cena que cobre a área de estudo foi obtida no hub *Earth Explorer* da *United States Geological Survey* (USGS, 2020).

O programa utilizado para a delimitação da BH foi o ArcMap 10.8.1 (licenciado para a primeira autora). Os atributos topográficos primários (elevação, declividade, orientação de vertentes e relevo sombreado), secundários (Índice Topográfico de Umidade – ITU e Índice Topográfico de Potência de Escoamento – ITPE) e geomorfométricos (geometria, rede de drenagem, características do relevo e Geomorphons), foram derivados do MDS nos programas ArcMap 10.8.1 e SAGA GIS, v. 7.9.0 (Conrad et al., 2007).

Aspectos abióticos: litologia, pedologia, unidades de relevo e clima

A análise da litologia teve como base o mapeamento na escala 1:1.000.000 disponibilizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Lacerda Filho et al., 2006). A pedologia e

unidades de relevo utilizou como base os arquivos vetoriais disponíveis no portal do IBGE, Geociências, com escala de mapeamento 1:250.000 (IBGE, 2021). Para a análise climática, foi utilizado como base o trabalho de Alvares et al. (2013), que identificaram os tipos de clima de Köppen do Brasil com base em dados climatológicos (temperatura e precipitação mensal de 2.950 estações meteorológicas entre 1950 e 1990) de fontes brasileiras (Instituto Nacional de Meteorologia e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e globais (*United Nations Organization* e *Food and Agriculture Organization*).

Hidrografia e malha viária

Para o presente trabalho não foi utilizada a rede hidrográfica derivada do MDS SRTM, pois a acurácia das linhas de fluxo é dependente da resolução espacial do MDS ou Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado, do algoritmo de distribuição de fluxo (D8, D ∞ , MFD) e do valor de limiar de acumulação de fluxo (Tarboton et al., 1988; Montgomery e Dietrich, 1992; McMaster, 2002; Ariza-Villaverde, Jiménez-Hornero e Ravé, 2015, Capoane, 2020, Capoane e Silva, 2020, Grau et al., 2021, dentre outros).

Visando obter uma rede hidrográfica mais próxima da existente na BH, foram utilizadas imagens de alta resolução espacial do *World Imagery* disponíveis no ArcMap 10.8.1. Nas

cabeceiras de drenagens, para a vetorização considerou-se a presença de matas de galerias e de solos com maior teor de umidade nas convergências de fluxos, pois os canais intermitentes e a áreas de nascente encontram-se altamente degradados. Para o mapeamento da malha viária, também foram utilizadas as imagens de alta resolução espacial do *World Imagery*.

Uso e cobertura da terra

Para a análise do uso e cobertura da terra foi utilizada a base de dados do projeto MapBiomass, coleção 5 (Souza et al., 2020). Os recortes históricos selecionados para a análise foram 1985, data de início da classificação do MapBiomass, e 2019. Também foram derivados de imagens Sentinel-2A, cena R024, com datas de 28/04/2021, 07/07/2021, 31/08/2021, 30/09/2021, 20/10/2021 e 04/11/21, o índice radiométrico de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). As imagens Sentinel-2 foram obtidas no hub de pré-operações da *European Space Agency* (ESA, 2021). No programa *Sentinel Application Platform* (SNAP), versão 8.0 (ESA, 2021), foram derivados os índices espectrais (bandas red e nir).

Potencial geoturístico de Furnas do Dionísio

A análise do potencial geoturístico da comunidade quilombola foi feita como base na caracterização geoambiental da BH do córrego Pombal, informações e fotografias obtidas em trabalhos de campos nos anos de 2019 e 2021, e material de divulgação veiculado pela rede social Trilhas Recanto da Ceci e do guia de turismo local.

Resultados e discussão

Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do córrego Pombal

A área de drenagem da BH é de 134,53 km², o perímetro é de 85,66 km e o comprimento axial é de 20,73 km (Tabela 1). O fator forma é de 0,31; a razão de alongação é de 0,63; a razão de circularidade é de 0,23 e; o coeficiente de compacidade de Gravelius é de 2,08 (Tabela 1). O significado hidrológico é que geometria da BH é alongada, o que resulta em maior tempo de concentração e diminuição da tendência de haver picos de enchentes.

Tabela 1. Parâmetros geomorfométricos da bacia hidrográfica do córrego Pombal

Geometria da bacia hidrográfica		Referência	
Área (km²)		-	134,53
Perímetro (km)		-	85,66
Comprimento da bacia (km)		Horton (1932)	20,73
Fator forma		Horton (1932)	0,31
Razão de alongação		Schumm (1956)	0,63
Razão de circularidade		Miller (1953)	0,23
Coeficiente de compacidade		Gravelius (1941)	2,08
Rede de drenagem			
Ordem dos canais		Strahler (1964)	4ª
Índice de Sinuosidade		Schumm (1963)	1,63
Densidade de drenagem		Horton (1945)	0,99
Comprimento total dos canais (km)		Horton (1945)	133,64
Gradiente dos canais		-	2,52
Características do relevo			
Elevação mínima (m)		-	347,33
Elevação máxima (m)		-	743,01
Amplitude (m)		Strahler (1952)	395,67
Integral hipsométrica		Strahler (1952)	0,60
Classes de declividade		Lepsch et al. (2015)	
Intervalo (%)	Classe de declive	Escoamento superficial	Área %
0 - 2	Plano ou quase plano	Muito lento ou lento	8,68
2 - 5	Inclinação suave	Lento ou médio	33,28
5 - 10	Moderadamente inclinada	Médio ou rápido	39,19
10 - 15	Muito inclinada	Rápido	8,82
15 - 45	Fortemente inclinada	Muito rápido	9,99
45 - 48,86	Íngreme montanhoso	Muito rápido	0,04

No contexto hidrográfico, a BH encontra-se na cabeceira de drenagem da bacia hidrográfica do rio Aquidauana, sendo uma subbacia do córrego Jatobá (Figura 2), afluente do rio Aquidauana, que por sua vez é afluente do rio Miranda, que deságua no rio Paraguai.

A hierarquia fluvial, que representa uma medida da extensão da ramificação do fluxo dentro de uma bacia hidrográfica (Strahler, 1964), é de quarta ordem; o comprimento total dos canais é de 133,64 km; o gradiente dos canais é de 2,52, sendo o trecho mais íngreme no médio curso, em área de relevo fortemente inclinado do rebordo do planalto.

A densidade de drenagem, que expressa a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma BH e a sua área total, é de 0,99. Conforme Santos et al. (2012), essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes na área, os quais influenciam o fornecimento e o transporte de material detrítico. Em solos menos permeáveis, como os Latossolos de textura argilosa, as condições para ocorrer escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, consequentemente, aumentando a densidade de drenagem. O contrário acontece com rochas de granulometria grossa, das quais derivam solos

arenosos como os Neossolos Quartzarênicos (RQs) (Horton, 1945).

O índice de sinuosidade, que relaciona à velocidade do escoamento consequentemente com o potencial erosivo nos canais (Schumm, 1963), é de 1,63, o que indica formas transicionais entre canais retilíneos e sinuosos. As nascentes das principais drenagens, localizadas no Planalto de Campo Grande, estão degradadas e precisam de intervenção: recuperação da qualidade física, química e biológica do solo, e restauração florestal, conforme preconiza o Código Florestal Brasileiro, Lei n. 12.651/12, e para o Mato Grosso do Sul (MS), os Decretos n. 13.977/14 e n. 14.272/15, a Resolução SEMAC n. 11/14, a Resolução SEMADE n. 28/16 e a Resolução SEMAGRO n. 673/19."

Observando a Figura 2, nota-se que muitas estradas vicinais da BH estão ligadas diretamente às rodovias MS 010, MS 445 e BR 163, refletindo o processo de ocupação e as mudanças no uso e cobertura da terra nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, e nas regiões tropicais de uma forma geral (Laurance et al., 2009), em que a abertura de estradas é seguida de desmatamento espinha de peixe, hoje visível somente para o bioma Amazônia em função do estado de degradação do bioma Cerrado.

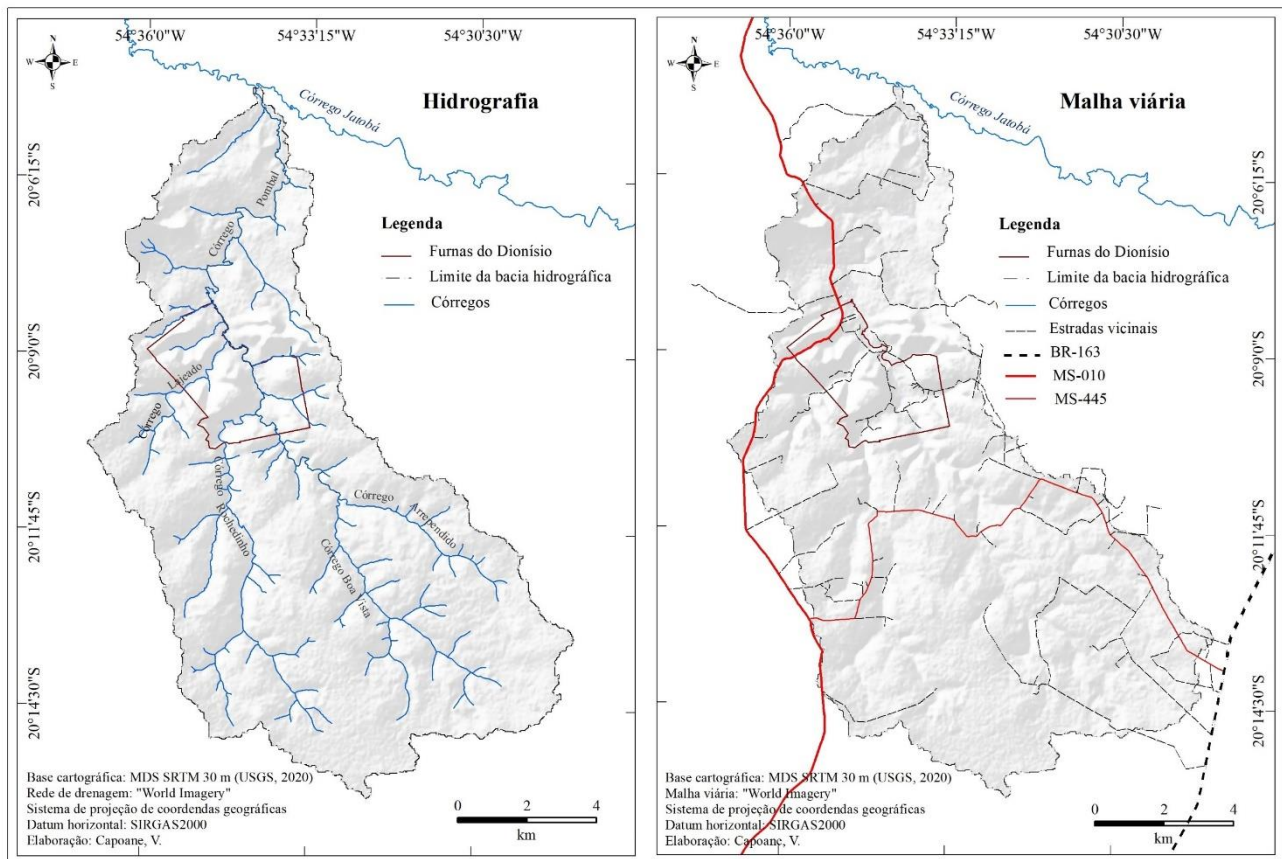


Figura 2. Rede hidrográfica e viária da bacia hidrográfica do córrego Pombal

A malha viária também evidencia que predominam grandes propriedades rurais na BH, o que é comprovado a partir dos limites de propriedades declarados no Cadastro Ambiental Rural (SICAR), sendo o menor número de vias nas áreas com relevo suave ondulado, nas cabeceiras das principais drenagens e, a maior concentração, na comunidade quilombola Furnas do Dionísio (Figura 2B), cujo número de propriedades é de 92 (INCRA).

O relevo sombreado ilumina características da superfície com base na posição de uma fonte de luz imaginária, projetando sombras que tornam as feições da superfície determinado local. Como a base altimétrica utilizada é um MDS, é possível identificar artefatos de vegetação que se propagam nos atributos de

terreno derivados, por exemplo, pequenos fragmentos florestais apresentam declive acentuado em área de borda e alguns correspondem a morros testemunhos. O relevo sombreado, Figura 3A, é apresentado como camada de fundo de todas as cartas temáticas.

A hipsimetria descreve a distribuição das elevações de uma determinada área em relação ao nível médio dos oceanos e mares. É uma medida do estado erosional ou idade geomórfica de uma bacia de drenagem, pois representa a massa da bacia de drenagem que permanece acima de um plano basal de referência. Na BH do córrego Pombal as elevações variam de 347,33 a 743,01 m (Figura 3B, Tabela 1), com média de 585,6 m e desvio padrão de 96,2. A amplitude topográfica é de 395,67 m.

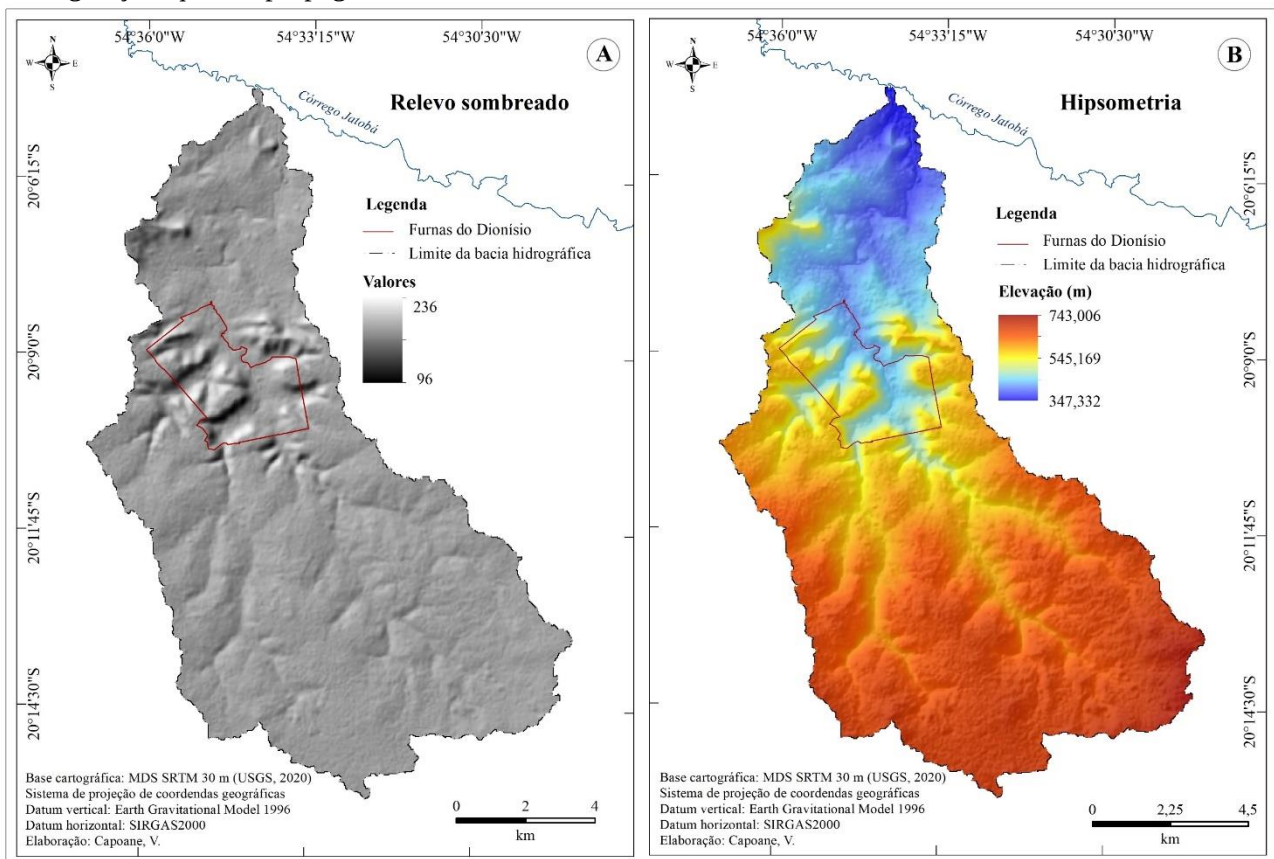


Figura 3. Relevo sombreado e hipsimetria da bacia hidrográfica do córrego Pombal

A forma da curva hipsométrica de uma bacia hidrográfica fornece uma visão relativa da história dos processos que ocorreram nas vertentes. As diferenças na forma da curva são atribuídas ao equilíbrio entre os processos externos, que tendem a rebaixar a paisagem, e os processos internos, que tendem a criar relevo (Weissel, Pratson e Malinverno, 1994; Pérez-Peña et al., 2009). As curvas hipsométricas convexas indicam o estágio jovem, as curvas em forma de S indicam um

estágio maduro e as curvas côncavas indicam o estágio de peneplanície (Sthraler, 1957). Conforme esta classificação, o estágio de evolução geomórfica da BH do córrego Pombal é jovem (Figura 4A). Essa informação permite distinguir a propensão à erosão e constitui o passo inicial para implantação de práticas de manejo de conservação do solo e da água, a fim de reduzir as taxas de erosão do solo e a produção de sedimentos na BH.

A integral hipsométrica é um indicador do ciclo de erosão (Strahler, 1952; Pike e Wilson, 1971) e está correlacionada com a forma da curva hipsométrica. Dos três estágios do ciclo de erosão de Strahler: *monadnock* (senil) ($HI \leq 0,3$), estado de equilíbrio ou estágio maduro ($0,3 \leq HI \leq 0,6$) e desequilíbrio ou estágio jovem ($HI \geq 0,6$), o valor encontrado para a BH do córrego Pombal, 0,60 (Tabela 1), indica o limiar entre o final do estágio jovem e início do estágio maduro.

Os valores de declividade variam de 0,0076 a 48,86% (Figura 4) com média de 7,57

e desvio padrão de 7,03. A classe mais representativa em área é a moderadamente inclinada (5 - 10%), com 39,19%, seguida da classe inclinação suave (2 - 5%), com 33,28%, fortemente inclinada (15 - 45%) com 9,99%, muito inclinada (10 - 15%) com 8,82%, plano ou quase plano (0 - 2%) com 8,68% e íngreme (45 - 48,86%) com 0,04% da área da BH (Figura 4B, Tabela 1). Os maiores declives estão associados à escarpa de erosão da borda ocidental da bacia sedimentar do Paraná.

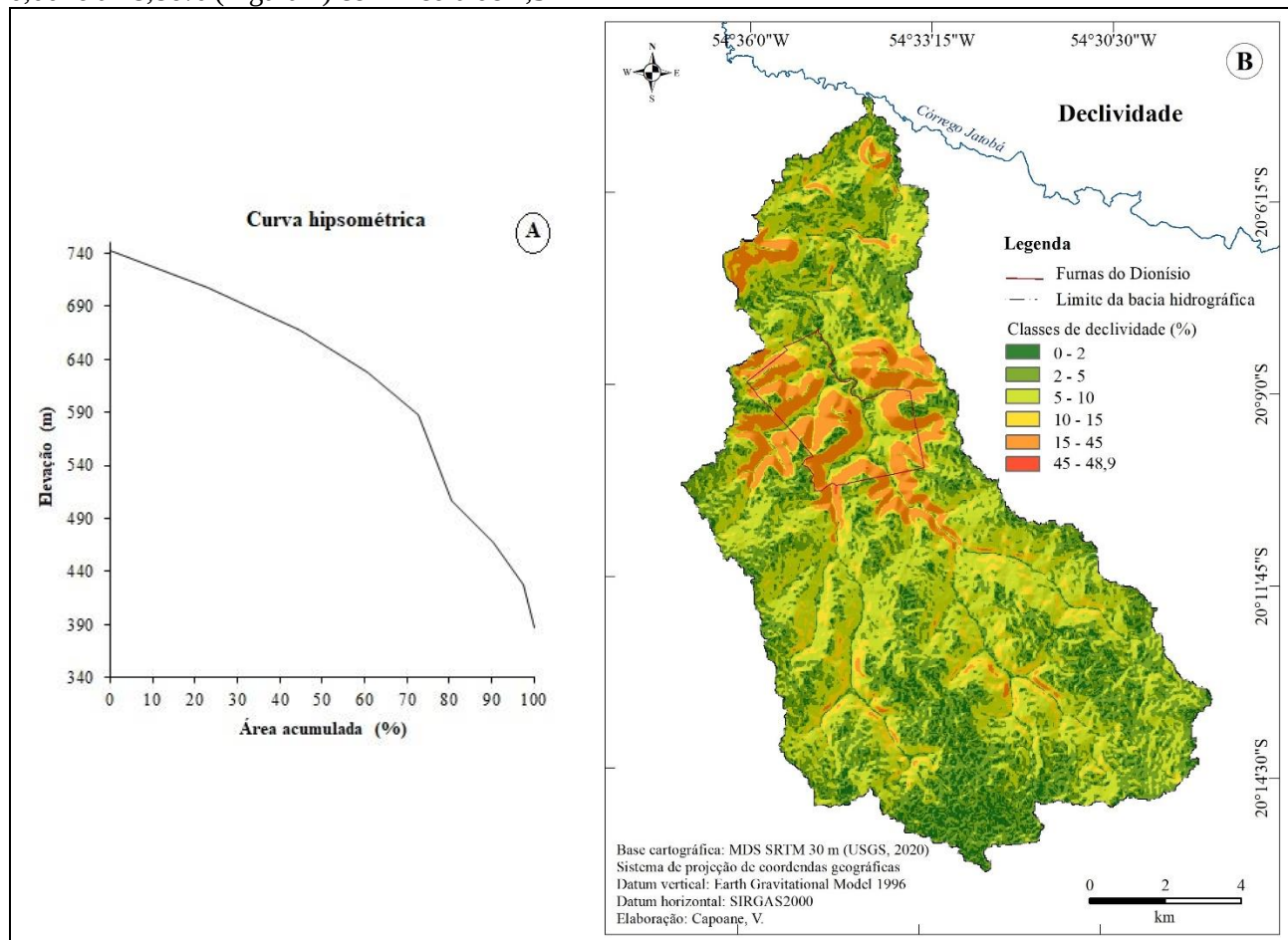


Figura 4. Curva hipsométrica e declividade da bacia hidrográfica do córrego Pombal

O ITU, proposto por Beven e Kirkby (1979) com pressuposto de que a topografia controla o movimento da água nas encostas, varia de 4,77 a 21,16 (Figura 5A), com média de 8,22 e desvio padrão de 1,89. Os maiores valores representam as áreas com maior potencial de saturação hídrica, ou seja, áreas com maior potencial de acúmulo de água e geração de escoamento superficial em eventos de chuva. Como pode ser observado na Figura 5A, as áreas localizadas nos fundos de vale e as concavidades de cabeceiras de drenagem são as que apresentam maior potencial de saturação hídrica e geração de escoamento superficial.

O ITPE variou de 0 a 4.052.697 (Figura 5B) com média de 2.767,2 e desvio padrão de 51.185,0. Os maiores valores indicam os caminhos de fluxo preferencial durante tempestades ou chuvas erosivas severas, apontando para áreas potenciais para formação de sulcos, ravinas e voçorocas, logo, prioritárias para a implementação de práticas de manejo conservacionistas.

No contexto geomorfológico, a área encontra-se na macroforma de relevo dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (Ross, 2016; Ross et al., 2019), nas Unidades Geomorfológicas Planalto de Campo Grande (96,9%) e Planalto Dissecado da Bacia Ocidental do Paraná (3,1%)

(Figura 6A). O relevo sombreado (Figura 3A) e declividade da área (Figura 4B) mostram que houve uma subestimação da área que corresponde ao Planalto Dissecado, o que ocorre em função da escala de mapeamento dos trabalhos de Ross. Por isso, foram derivados os fenótipos de relevo utilizando o MDS SRTM com 30 metros de resolução espacial.

Na Figura 6B são apresentados os 10 fenótipos geomorfológicos propostos por Stepinski; Jasiewicz (2011) e Jasiewicz e Stepinski (2013). O fenótipo Encosta é o mais representativo em área na BH, com 43,9%. Este compartimento

da vertente representa os setores comumente retos, ou seja, nem convexos nem côncavos, posicionando-se entre as áreas dominadas por erosão (ombro), e áreas de sedimentação (sopé), podendo ou não apresentar segmentos de penhasco (faces livres).

O segundo fenótipo em representação de área foi Espora, com 16,4%. A espora corresponde a uma elevação topográfica alongada que se projeta em ângulo forte, como contraforte da linha de cumeada principal ou mais elevada topograficamente (SIGEP, 2014).

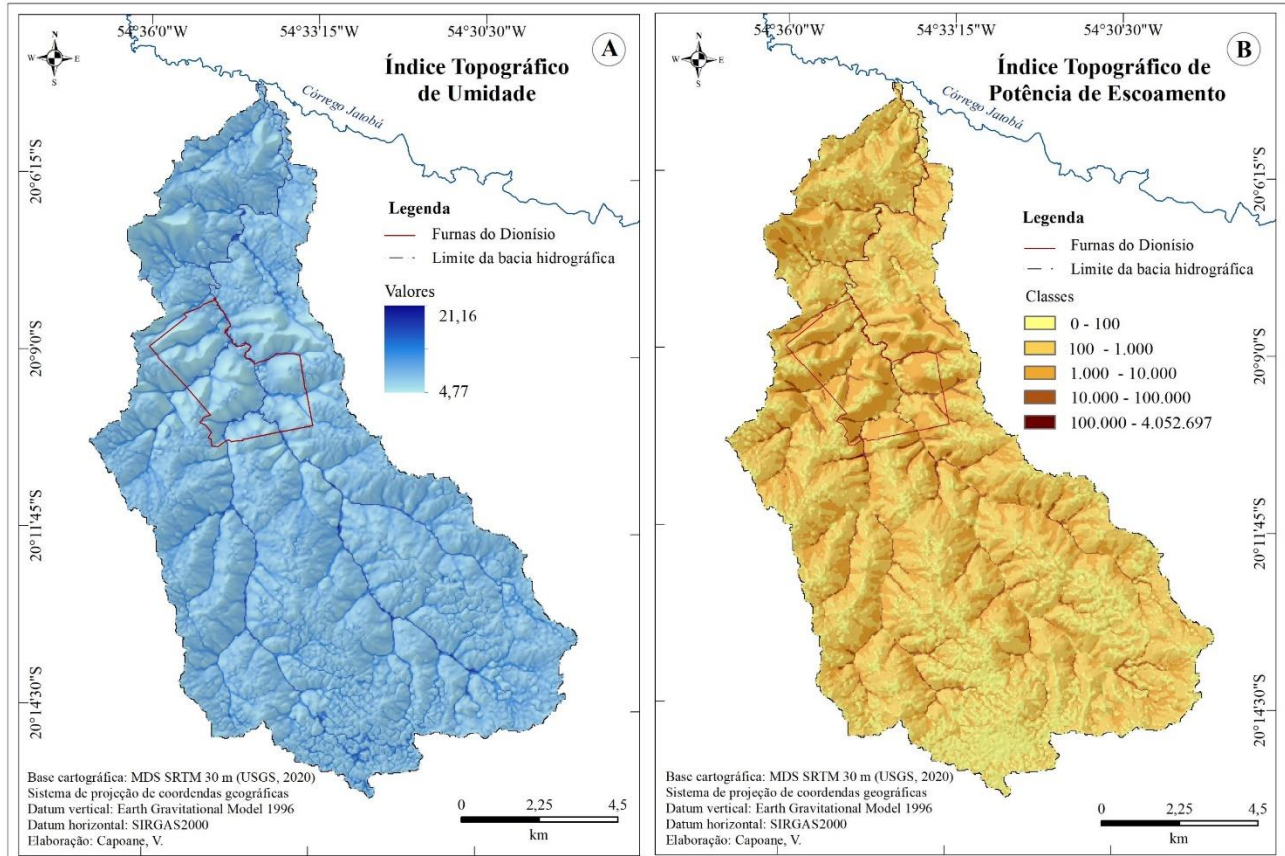


Figura 5. ITU e ITPE da bacia hidrográfica do córrego Pombal

O fenótipo Côncavo, que corresponde às linhas de fluxo superficial onde as encostas convergem (Kirkby e Chorley, 1967; Dunne e Black, 1970), ocorre em 10,1% da área da BH. As concavidades no terreno representam os locais suscetíveis a geração de escoamento superficial após eventos de tempestade, pois concentram o escoamento subterrâneo e superficial nas posições mais baixas da vertente (Hack e Goodlett, 1960; Dunne, 1970), funcionando também como áreas de deposição e armazenamento de sedimento em escala de bacia hidrográfica (Kirkby, 1994).

O fenótipo Vale corresponde a 9,4% da área da BH, sendo os vales mais amplos localizados na comunidade quilombola Furnas do

Dionísio (Figura 6B). A geoforma vale, constitui uma depressão alongada da superfície terrestre, delimitada em ambos os lados por terras altas, de relevo suavemente inclinado e frequentemente atravessada por um córrego ou rio (Lapidus et al., 2000; Straumann e Purves, 2008). O agente de formação de todos os vales é água corrente (líquida - V ou sólida - U). Na vertente, os vales são mais úmidos que os demais compartimentos e essa organização hidrológica leva a diferenças sistemáticas no solo e na vegetação entre vales e cumes, e entre encostas ensolaradas e sombreadas. Em uma vertente típica, a quantidade de água armazenada nos solos aumenta com a proximidade da base da vertente em resposta ao acúmulo dos

fluxos superficiais e subterrâneos, como pode ser observado pelo ITU, Figura 5A.

Os fenótipos Crista e Ombro correspondem a 8,5% e 4,9% da área da BH, respectivamente. As cristas correspondem a uma linha de cumeada longa e estreita da superfície terrestre. No ombro a convexidade da encosta é máxima e o escoamento superficial e a erosão são processos dominantes (Pennock, 2003). Os dois compartimentos da vertente são dominados por erosão - cuja magnitude está associada à cobertura vegetal, tipo de solo, clima, uso da terra e práticas de manejo - e, quanto maior o declive, maior será o escoamento superficial, menor será a infiltração, o teor de umidade e a espessura do manto de intemperismo.

O fenótipo Sopé corresponde a 3,9% da área da bacia hidrográfica. Este compartimento

forma a superfície côncava na base de uma encosta e, por estar na porção mais baixa da vertente, são os locais que mais recebem material coluvial. Os fenótipos Plano, Cume e Depressão representam 1,5%, 0,8% e 0,7% da área da BH, respectivamente.

Os fenótipos de relevo derivados do MDS SRTM 30 com o algoritmo Geomorphons permitiu o mapeamento mais detalhado das formas de relevo da BH. Contudo, é preciso considerar que o MDS utilizado contém artefatos que se propagam nos atributos do terreno derivados. Além disso, a escala de mapeamento e resolução espacial influenciam na análise geomorfométrica, assim, alguns Geomorphons podem ter sido subestimados, superestimados ou não classificados.

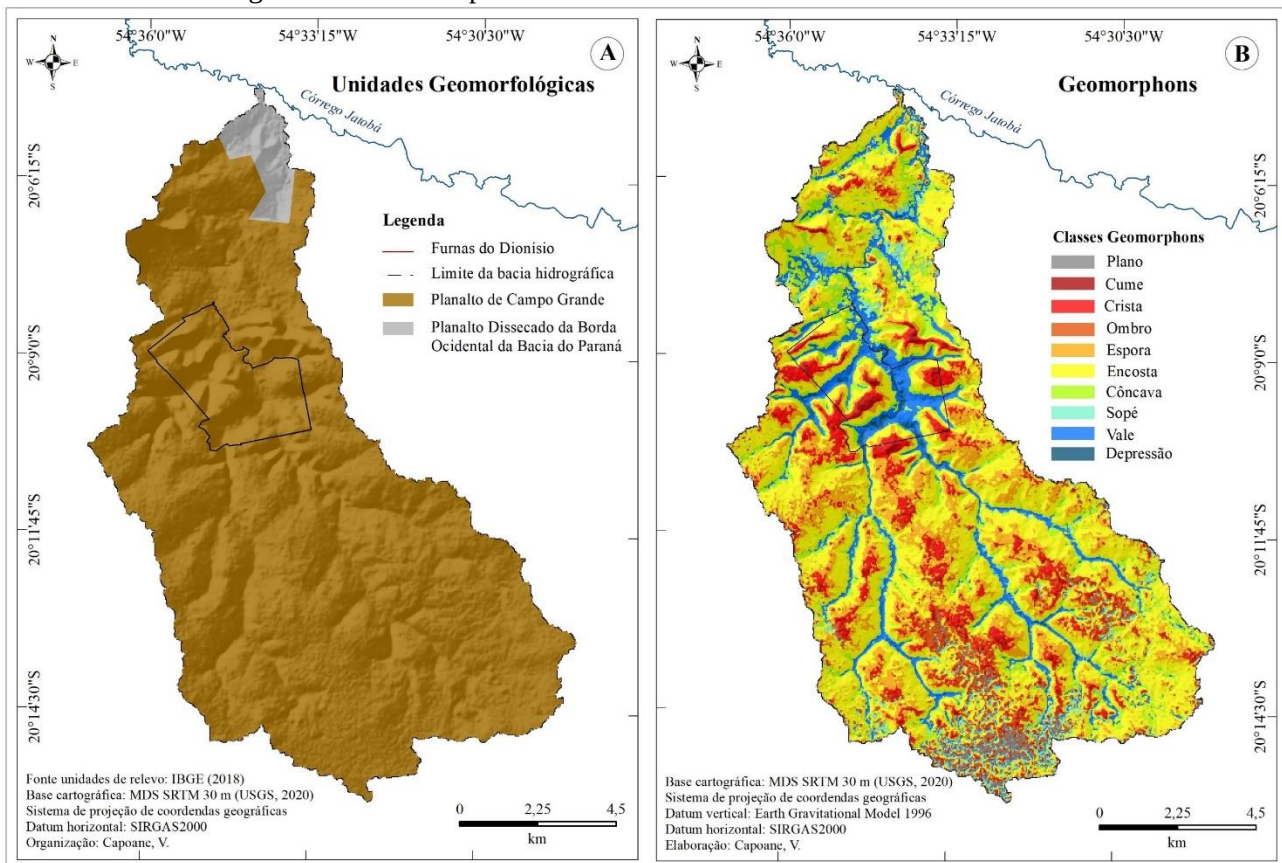


Figura 6. Unidades geomorfológicas e fenótipos de relevo da bacia hidrográfica do córrego Pombal

A orientação de vertentes influencia o balanço de energia superficial, que por sua vez afeta o desenvolvimento dos ecossistemas. A correlação deste atributo, por exemplo, com o teor de umidade e classes de solo (Figura 8B), é muitas vezes limitada em função da escala das bases de dados disponíveis e, das interações com outros parâmetros como microclima, vegetação, litologia e intensidade dos processos erosivos. A orientação

de vertentes para a BH pode ser visualizada na Figura 7A.

No trabalho de Alvares et al. (2014), os autores identificaram quatro tipos climáticos para o MS: o tropical monçônico (Am), presente no oeste do estado, no baixo Pantanal, onde as chuvas anuais variam entre 1.300 e 1.600 mm e na região central e nordeste do estado, onde as chuvas são ligeiramente maiores, variando de 1.600 a 1.900 mm ano⁻¹; o clima tropical savânico (Aw),

marcadamente sazonal que ocorre no vale do rio Paraná, e noroeste do estado na planície do Pantanal e, em uma pequena área na região central do estado; o clima tropical úmido (Af), que ocorre na região sudoeste do estado, sendo um dos locais mais meridionais de ocorrência em altitudes inferiores a 400 m e precipitação anual entre 1.400 e 1.800 mm e; o clima subtropical úmido (Cfa), na

região sudeste do estado e planalto da Bodoquena. Na bacia hidrográfica do córrego Pombal ocorrem três tipos climáticos (Figura 7B): o Am (78,1%), onde as chuvas variam de 1.600 a 1.900 mm ano⁻¹, o Aw (21,1%), marcadamente sazonal e, uma pequena porção da BH, no extremo sudeste (Figura 6), o Cfa (0,8%).

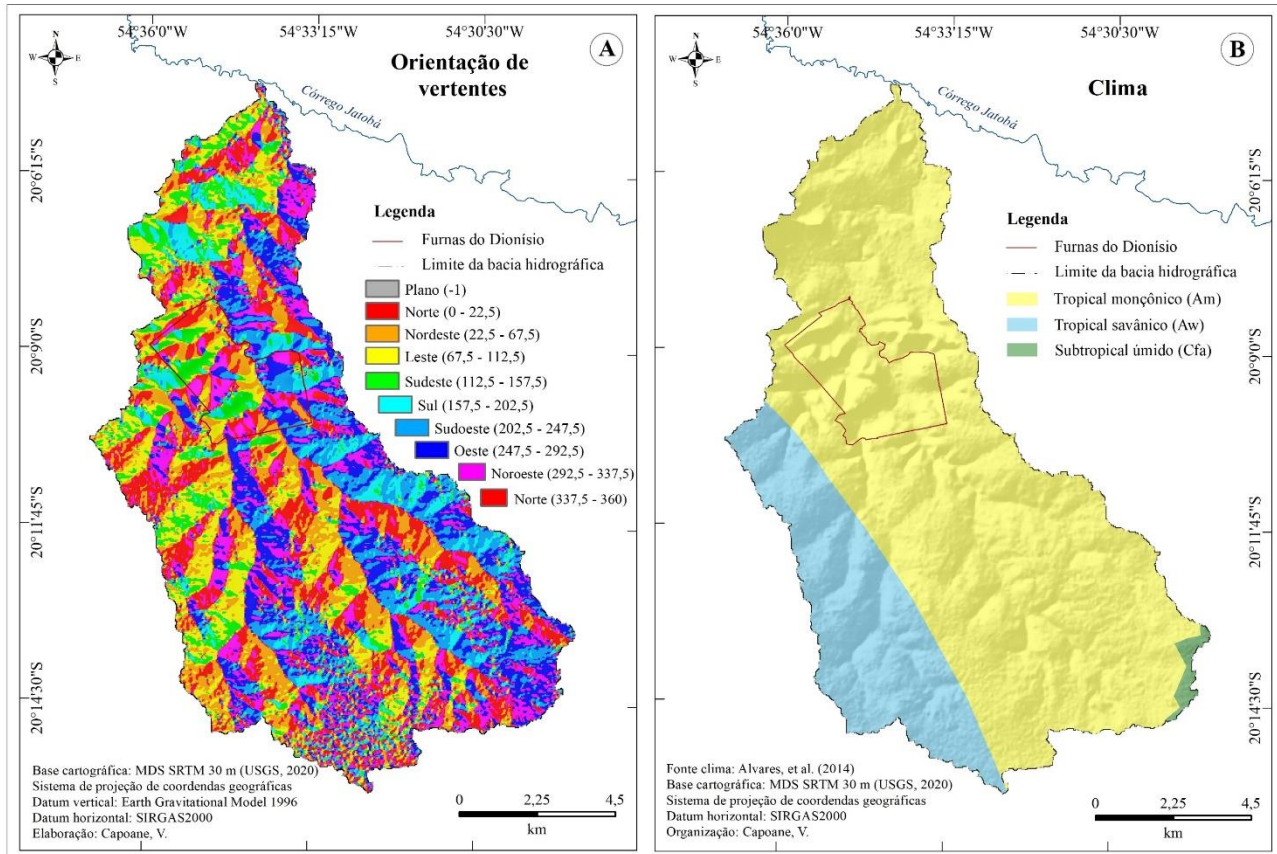


Figura 7. Orientação de vertentes e tipos de clima da bacia hidrográfica do córrego Pombal

A geologia da área (Figura 8A) é composta por basaltos da Formação Serra Geral (80,7%) e arenitos do Grupo Caiuá (19,3%). O domínio do vulcanismo Mesozóico corresponde aos terrenos sustentados por extenso e espesso pacote formado a partir de sucessivos derrames de diferentes espessuras de lavas, principalmente básicas, recristalizadas em basaltos da Formação Serra Geral (Theodorovicz e Theodorovicz, 2010). Na BH do córrego Pombal, em relevo forte ondulado do rebordo do Planalto, na comunidade quilombola Furnas do Dionísio, observou-se em campo afloramento de basaltos e basaltos vesiculares, indicando topo de derrame, arenito intertrapeano da Formação Botucatu e diques de arenitos nos basaltos e soleiras no manto de intemperismo. O *intertrap*, conforme estratigrafia de poço tubular cadastrado no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2021) em área próxima a Furnas, é na cota de aproximadamente 500 m.

Com o fim da atividade vulcânica do Cretáceo Inferior, a porção sul da América do Sul sofreu subsidência térmica que culminou no desenvolvimento da Bacia de Bauru (Riccomini, 1997). Conforme Batezelli (2015), o embasamento da Bacia de Bauru é constituído pelos basaltos da Formação Serra Geral do Cretáceo Inferior (137,4 e 128,7 Ma) e o registro da bacia começou com a deposição de argilitos arenosos e arenitos na base, gradando para arenitos e conglomerados no topo. Segundo este autor, a espessura máxima preservada desta bacia é da ordem de 300 m.

A Bacia de Bauru é dividida em dois Grupos: Caiuá e Bauru (Fernandes e Coimbra, 2000; Batezelli, 2010), cujas idades variam da Aptiana à Maastrichtiana (Batezelli, 2015). No MS, na metade Oriental do estado estão presentes o Grupo Caiuá (indiviso), Formação Santo Anastácio (Paleossolos), ambas do Cretáceo Inferior e, no extremo NE às Formações Marília

(aluvial), Vale do Rio do Peixe ou Formação Adamantina (traçado fluvial), do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) (Lacerda Filho et al., 2006). Na BH do córrego Pombal ocorre o Grupo Caiuá (indiviso) (Figura 8A).

Quanto aos solos presentes na área, constam apenas duas classes (Figura 8B):

Latossolo Vermelho distrófico em 85,1% da área da BH e Neossolo Litólico eutrófico, (14,9%). Embora a base cartográfica seja apresentada na escala 1:250.000, o conteúdo temático se refere a um levantamento pedológico na escala 1:1.000.000 (IBGE, 2021).

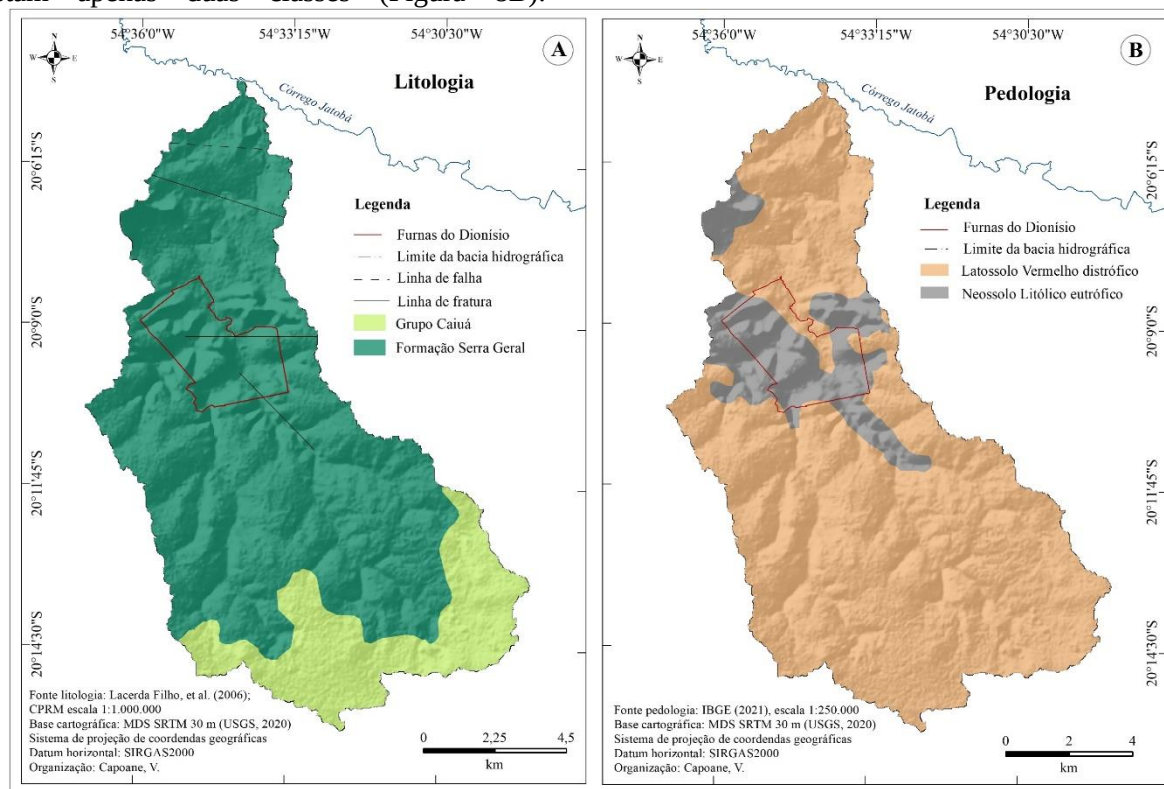


Figura 8. Litologia e pedologia da bacia hidrográfica do córrego Pombal

Em função da escala do levantamento pedológico, não constam as classes solos hidromórficos, associados às áreas úmidas de fundo de vale e concavidades nas cabeceiras de drenagem (Figura 6B) e, a classe solos arenosos derivados dos arenitos do Grupo Caiuá (Figura 8A). A classe solos hidromórficos localizados em Área Variável de Afluência, são consideradas hidrológicamente sensíveis, por isso, deveriam ser prioritárias para a conservação, recuperação e/ou restauração ecológica. Os RQs derivados dos arenitos do Grupo Caiuá são excessivamente quartzarenosos, o que significa que são ácidos, álicos, muito permeáveis, de baixa fertilidade natural, com baixa capacidade de reter e fixar nutrientes e, respondem muito mal à adubação, sendo altamente suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos (Spera et al., 1999; Theodorovicz e Theodorovicz, 2010).

Com base nos dados da geodiversidade do MS (Theodorovicz e Theodorovicz, 2010), imagens de satélite de alta resolução espacial disponível no Google Earth, e trabalhos de campo, constatou-se a presença de solos arenosos. Estes

solos são utilizados para pecuária extensiva e o pisoteamento contínuo do gado expõe o solo acelerando a mecânica do processo erosivo, além de favorecer a formação de caminhos de fluxo superficial concentrado, que resulta em feições erosivas lineares. O superpastejo e as práticas de manejo incompatíveis com a fragilidade natural desses ambientes, intensificam a produção de sedimento bem como o processo de arenização (Figura 9AB), nas áreas cujo material parental são os arenitos do Grupo Caiuá.

A vegetação natural compõe a ecorregião do Cerrado e os remanescentes florestais mais representativos em área e preservação encontram-se no rebordo do planalto meridional em área de relevo fortemente inclinado. No ano de 1985 as classes de uso e cobertura da terra formação florestal e savânica representavam 20,95% da área da BH e o uso agrícola predominante era pastagem, em 75,7% da área da BH (Figura 10A). Em 2019 as classes formação florestal e savânica representavam 21,22% da área da BH e, a classe pastagem, embora tenha diminuído 10,86% entre 1985 e 2019, ainda é predominante, ocupando

64,84% da área da BH (Figura 10B). A soja, que não era cultivada em 1985, ocupa uma área de 11,71% em 2019.

Na comunidade quilombola Furnas do Dionísio, embora predomine o cultivo de culturas

de subsistência, conforme verificado em trabalho de campo, em função da área agrícola reduzida das propriedades e da resolução espacial das imagens utilizadas no projeto MapBiomias (Landsat 30 m), a classificação não representou a realidade do local.



Figura 9. Áreas em processo de arenização na bacia hidrográfica do córrego Pombal

Fonte: Google Earth; Foto: Capoane, V., Data: 01/11/2021.

As práticas de manejo convencional, tanto no contexto de BH quanto na comunidade, expõem o solo acelerando a mecânica do processo erosivo (desagregação, transporte e deposição). Nas áreas de pastagens, o superpastejo e as trilhas formadas pelo tráfego de animais, principalmente em direção aos cursos d'água para dessedentação, favorecem a concentração dos fluxos superficiais na forma de enxurrada, o que resulta na formação de sulcos,

ravinas e voçorocas. As consequências ambientais da erosão podem ser observadas *on-site* e *off-site* (Goudie, 1995; Walling, 2005; Guerra, 2009; Nandi e Luffman, 2012): *on-site* por meio da erosão e redistribuição do material dentro da BH, e *off-site* quando o material desagregado e transportado das vertentes atinge os cursos d'água e sai da BH.

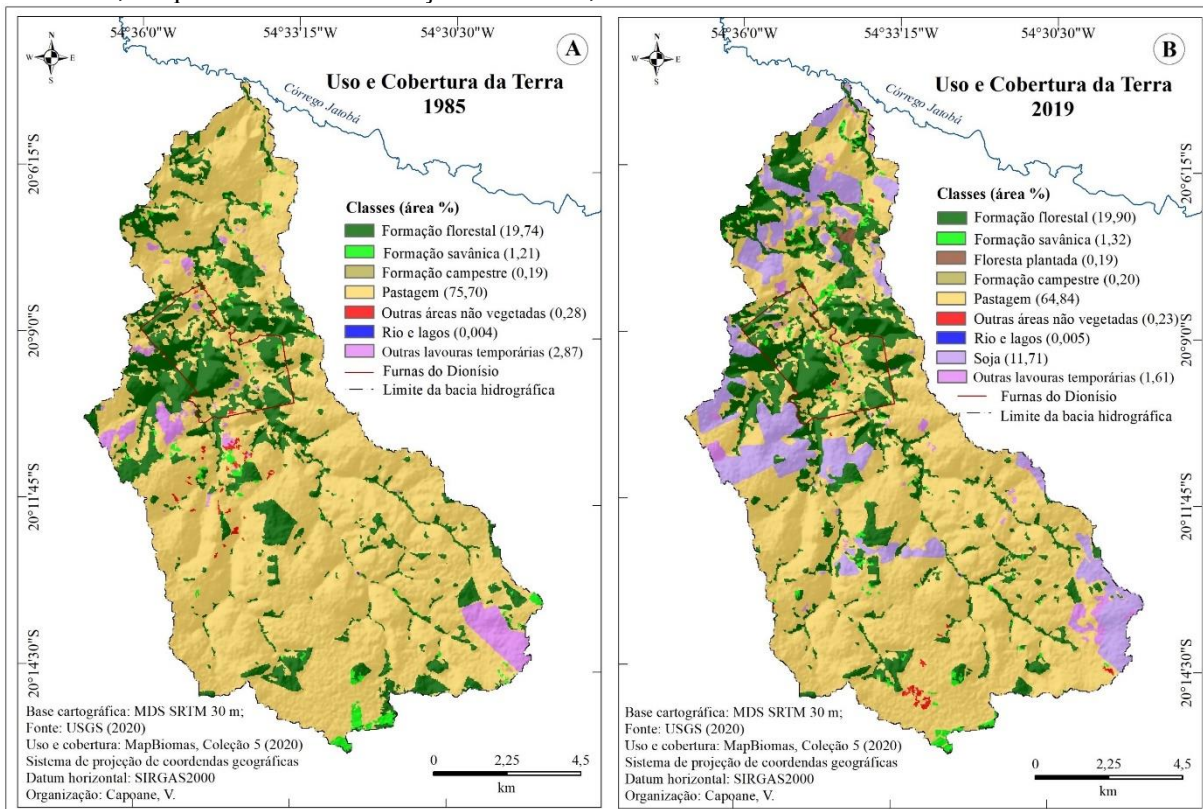


Figura 10. Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Pombal em 1985 e 2019

Os valores de NDVI do início do período chuvoso na região variaram de $-0,153675$ a $0,924705$ (Figura 11A), com média de $0,51$ e desvio padrão de $0,20$. Até, aproximadamente $0,1$ os valores correspondem aos corpos d'água, área construída e solo exposto; de $0,1$ a $0,2$ os valores correspondem a pastagens com baixíssimo vigor da vegetação; valores intermediários correspondem a pastagens ou culturas senescentes e; os maiores valores correspondem a vegetação arbórea, que na área são compostos pelos fragmentos florestais do bioma Cerrado, em áreas de relevo forte ondulado, e matas galeria e ciliares.

No início do período seco na região, os valores de NDVI variaram de $-0,260965$ a $0,904214$ (Figura 11B), com média de $0,5$ e desvio padrão de $0,17$. Observa-se que o valor máximo, que corresponde a vegetação florestal, é menor que os obtidos em abril, isso porque algumas fitofisionomias do Cerrado, segundo Ribeiro e Walter (2008), apresentam diferentes graus de caducifolia na estação seca.

Em 31/08/21 os valores de NDVI variaram de $-0,216783$ a $0,911281$ (Figura 11C), com média de $0,34$ e desvio padrão de $0,16$. Em 30/09/21 os valores de NDVI variaram de $-0,240464$ a $0,909308$ (Figura 11D), com média de $0,35$ e desvio padrão de $0,17$. Observa que o vigor da vegetação apresentou uma queda significativa, isso se deve, além do efeito do período de secas na região, a crise hídrica que atingiu as regiões sudeste e centro-oeste do país (CEMADEN, 2021; INPE, 2021).

Em 20/10 os valores de NDVI variaram de $-0,184834$ a $0,921066$ (Figura 11E) com média de $0,351$ e desvio padrão de $0,20$. Em 04/11 os valores de NDVI variaram de $-0,104981$ a $0,874647$ (Figura 11F) com média de $0,49$ e desvio padrão de $0,20$. Com o início do período chuvoso o vigor da vegetação aumenta tanto nas áreas de vegetação natural como nas áreas antropizadas. As áreas em processo de arenização, pastagens em reforma e lavouras sendo preparadas para o plantio da soja, apresentaram os menores valores de NDVI.

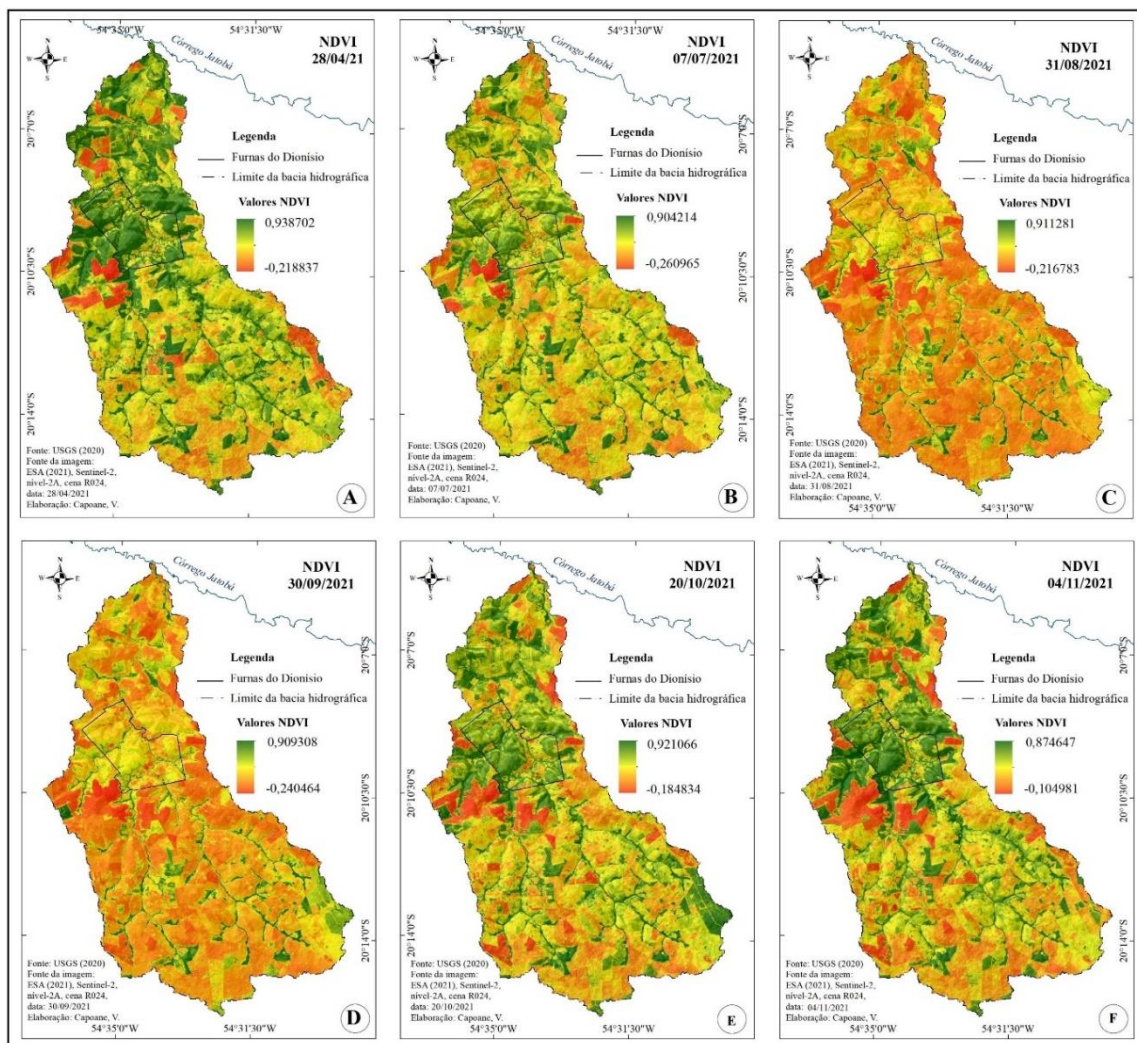


Figura 11. Índice radiométrico de vegetação NDVI da bacia hidrográfica do córrego Pombal

Considerando os aspectos abióticos, os usos e cobertura da terra e NDVI na BH, destaca-se a vulnerabilidade socioambiental da comunidade quilombola Furnas do Dionísio, em que os elementos humanos e sociais são analisados de forma articulada, ou seja, a vulnerabilidade dos grupos sociais em meio aos ambientes, neste caso, rurais (Pedro Miyazaki e Fushimi, 2017; Miyazaki e Nunes, 2018).

Dentre os eixos temáticos acerca da vulnerabilidade propostos por Cutter (1996), tem-se para o presente artigo a ênfase nas causas, isto é, o que proporciona sua condição de vulnerabilidade. Nesse sentido, um dos fatores a se considerar é a localização do quilombo, na transição do planalto meridional com a borda dissecada da bacia do Paraná (Figura 12). Isso significa que os impactos ambientais promovidos pelos usos da terra a montante, tem consequências no quilombo e na sua situação de vulnerabilidade.

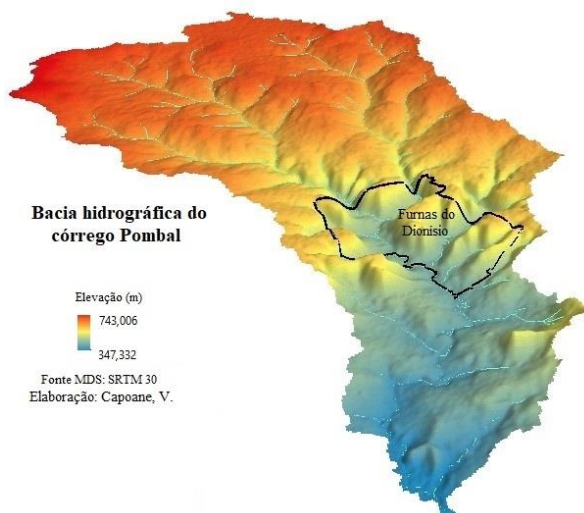


Figura 12. Contexto geográfico da comunidade quilombola na bacia hidrográfica do córrego Pombal

Tal situação agrava-se diante do fato de que na BH prevalece, além da pecuária extensiva com extensas áreas de pastagens degradadas, o incremento das áreas de cultivo de soja (Figura 10). Esta cultura temporária é a que mais utiliza agrotóxicos (Pignati et al., 2017; Sarkar et al., 2021) e fertilizantes (ANDA, 2020) no Brasil. Considerando o manejo do solo, convencional, e a presença de solos arenosos, o material perdido das áreas de lavouras pode atingir os cursos e causar degradação de ordem física (assoreamento) e química (qualidade da água). A pulverização das lavouras de soja também atinge o quilombo por deriva, e moradores relataram em atividade de campo, que a utilização de agrotóxicos pelos sojicultores tem impactado na produção de frutas e

hortaliças; que a turbidez das águas dos córregos aumentou assim como o assoreamento. Moradores mais velhos relatam que observaram a diminuição da vazão e que trechos de córregos perenes se tornaram intermitentes e áreas úmidas secaram. Além do quadro de degradação ambiental e das perdas econômicas, à saúde dos que residem no quilombo também é impactada.

As dinâmicas que constituem as características e as forças motrizes da vulnerabilidade (Vogel e O'brien, 2004), expõem o ambiente e os moradores à condição de alta vulnerabilidade socioambiental, bem como as pessoas que visitam o local para o turismo natural, conforme discussão na seção seguinte. Assim, destaca-se a importância da bacia hidrográfica enquanto unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento pelos órgãos públicos de Jaraguari.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a BH do córrego Pombal é um ambiente naturalmente frágil localizada na transição do planalto meridional com a borda ocidental da bacia sedimentar do Paraná, sendo a litologia composta por arenitos do Grupo Caiuá, dos quais derivam solos arenosos, pobres quimicamente, ácidos, álicos e altamente suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos; afloramentos de basaltos de topo de derrame da Formação Serra Geral, com predomínio de solos rasos; e *trap* de arenito do deserto Botucatu. As cabeceiras das principais drenagens estão no Planalto de Campo Grande, em relevo plano e de inclinação suave, onde as atividades antrópicas mal manejadas estão intensificando o processo de arenização; no rebordo o relevo é ondulado a forte ondulado e, em função do fator declive, nesses locais ainda existem remanescentes bem preservados do bioma Cerrado.

As atividades antrópicas desenvolvidas na BH não consideram as aptidões e restrições agrícolas e as práticas de manejo são incompatíveis com a fragilidade natural do ambiente, impactando os ecossistemas terrestres e aquáticos. Identificou-se a partir do uso e cobertura da terra o predomínio da pecuária extensiva e o avanço da sojicultura praticada em grandes propriedades. A agricultura familiar é praticada na comunidade quilombola Furnas do Dionísio em áreas de fundo de vales em função do declive acentuado das encostas, onde encontram-se os remanescentes do Cerrado. A pressão antrópica, 92 famílias em uma área de 1.018,279 ha, e as práticas de manejo convencionais, também tem impactado o ambiente, e já é possível observar a partir de imagens de

satélite processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas).

As áreas prioritárias para conservação na bacia hidrográfica são os remanescentes do bioma Cerrado; para recuperação, às com processos erosivos lineares e, as áreas em processo de arenização (onde o foco deve ser na matéria orgânica do solo em função das limitações físicas); e restauração ecológica em Áreas de Preservação Permanente (APPs), principalmente às de nascentes, completamente descaracterizadas.

Análise do potencial geoturístico da comunidade Furnas do Dionísio

A formação da comunidade quilombola Furnas do Dionísio está relacionada com processo de ocupação das terras no município de Jaraguari no final do século XIX (Barros, 2011), que atraiu migrantes de outras localidades do território nacional, especialmente, mineiros e goianos e escravizados libertos, que fundaram comunidades quilombolas em várias partes do estado do MS (Souza e Moretti, 2019).

Dentre os escravizados libertos, Dionísio Antônio Vieira, que dá nome a comunidade, teria chegado em Jaraguari por volta de 1890 em busca de local com terras que propiciassem a subsistência da família (Oliveira e Marinho, 2009). Conforme estes autores, Dionísio teria fundado a comunidade em 1901 e, após seis anos da ocupação efetiva das terras, requereu a posse da Fazenda Lageadinho, recebendo apenas o título provisório junto à Secretaria da Agricultura, Indústria, Comércio, Viação e Obras Públicas, da então Comarca de Mato Grosso. Somente em 1917 o Estado concedeu o título definitivo da posse das terras.

Furnas do Dionísio foi reconhecida como comunidade quilombola pela Fundação Cultural Palmares em 25 de maio de 2005 e, em 2009 foi reconhecida e declarada como território da Comunidade Remanescente de Quilombo Furnas do Dionísio, pelo INCRA (Portaria n. 118, de 24 de abril de 2009), em uma área de 1.018,2796 ha.

Tendo em vista a ocupação de algumas áreas por famílias não pertencentes aos descendentes de Dionísio, o que vai contra o que prevê a Constituição Federal, está em curso o processo de desintrusão e indenização. Conforme Urquiza e Santos (2017), do total de 17 imóveis de não quilombolas incidentes no território tradicional reivindicado, 12 o INCRA já emitiu o título de posse para a comunidade. Os cinco imóveis restantes dependem de sentença judicial, para, então, emitir o título em nome da associação que representa a comunidade.

As famílias de Furnas do Dionísio praticam a agricultura de subsistência, com produção de frutas, hortaliças, derivados da mandioca como a farinha, derivados da cana de açúcar como rapadura, açúcar mascavo e melado, e a criação de animais.

Conforme Oliveira e Marinho (2009), na comunidade também são desenvolvidas as práticas de turismo cultural e de turismo natural, contudo, fora da perspectiva do geoturismo. No turismo cultural são abordados aspectos históricos da formação, a identidade local, bem como a fabricação artesanal e comercialização de produtos como: compotas, geleias, farinha de mandioca, açúcar mascavo, rapadura, melaço, frutas, hortaliças, dentre outras (Figura 13). No turismo natural, há trilhas na mata passando por cursos d'água, áreas úmidas, face livre em afloramento de basalto de topo de derrame, *trap* de arenito, mirante e, no vale, um misto entre estradas vicinais, lavouras, pastagens, travessias em pontes suspensas, queda d'água e poços para banho.

Os atrativos turísticos de Furnas do Dionísio, segundo Oliveira e Marinho (2009), têm sido vistos por diferentes perspectivas pelos moradores: os mais tradicionalistas consideram a prática um processo alienante e desestruturador da identidade local, enquanto os mais jovens veem a atividade como uma possibilidade de desenvolvimento econômico e social.



Figura 13. Produção de rapadura no tacho (A) e local de comercialização no Centro Comunitário (B)
Fotos: Silva, D. A.; Data: 03/05/2019.

No segmento de turismo natural, conforme material de divulgação veiculado pela rede social Trilhas Recanto da Ceci, são aproximadamente 50 km de trilhas utilizadas para as práticas de *trekking*, *mountain bike* e *motocross*. No que se refere à infraestrutura para atendimento do público visitante, a partir do material de divulgação e atividades em campo, constatou-se que não há um planejamento sistemático acerca dos atrativos, referentes principalmente a elementos estruturais, de segurança e minimização de impactos ambientais.

Dito isto, foi identificado, por exemplo, que os requisitos técnicos para abertura de trilhas não são considerados. Há longos trechos no sentido do declive, travessias em áreas úmidas e não há técnicas de drenagem e direcionamento dos fluxos superficiais de forma segura. Assim, as trilhas agem como fontes de escoamento de área parcial,

contribuindo com muito mais escoamento e sedimento destacado por unidade de área, do que outras superfícies da bacia hidrográfica. A sua importância erosiva, desproporcional à sua superfície é, em grande parte, o resultado da compactação do solo pelo tráfego de visitantes, que diminui o espaço poroso no solo, resultando em menor capacidade de infiltração e aumento do escoamento superficial na forma de enxurrada. A prática de *mountain bike* e *motocross*, intensificam o processo de desagregação do material (Figura 14). A manutenção de trilhas também é feita somente no sentido de impedir o avanço da vegetação. Diante disso, são necessários investimentos e adequações, em relação à sinalização, a coleta de resíduos sólidos, melhoria nas pontes suspensas, estrutura no mirante, e principalmente, estruturas de segurança aos turistas, visitantes.



Figura 14. Trilhas no sentido do declive com processos erosivos lineares
Fotos: Silva, D. A., Data: 03/05/2019.

No mirante, além do processo erosivo linear na trilha de acesso, não há estrutura para observação e registro fotográfico pelos visitantes e, recentemente (2021) foi instalado, de forma improvisada, um balanço.

A vista do mirante pode ser observada na Figura 15A: áreas com vegetação natural preservada nas encostas íngremes, e no sopé e fundo de vale áreas de lavoura com solo exposto, indicando manejo convencional, e pastagens degradadas. Na pastagem podem ser observados processos erosivos lineares como sulcos, ravinas e voçorocas (Figura 15BCD). A propriedade mostrada na imagem está em processo de desinstituição pelo INCRA. Uma vez concluído o

processo, a comunidade receberá uma área altamente degradada.

Além do Centro Comunitário e das trilhas, o visitante tem a opção de passar o dia às margens do córrego Pombal. Para isso, necessita pagamento direto para proprietário, sendo permitido preparar as refeições, como churrasco. No entanto, não há estrutura para tal, e o preparo é feito de forma improvisada e, dependendo da época do ano, sobre o leito rochoso do rio.

Próximo a confluência do córrego Pombal com o córrego Rochedinho há uma pequena cascata no canal principal (Figura 16), esse local é ponto de parada para banho e, em campo foram observadas churrasqueiras improvisadas nas margens e no leito rochoso.

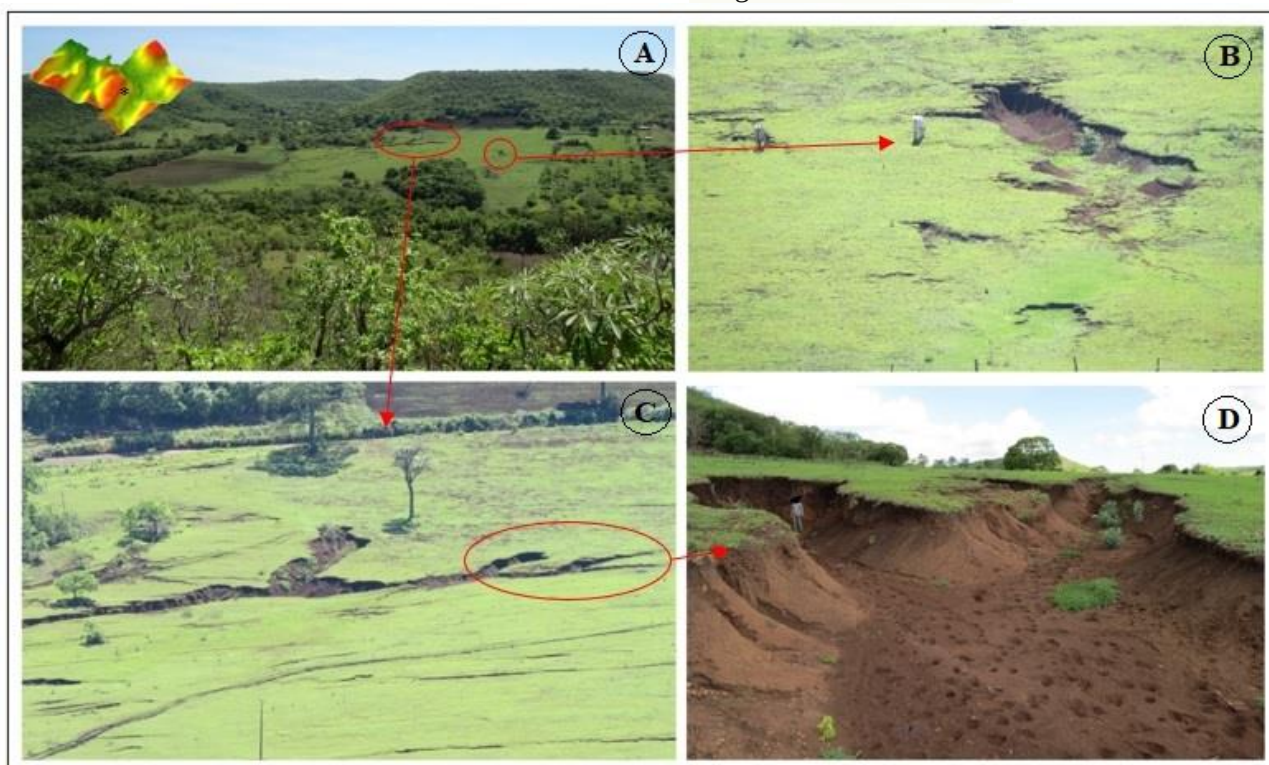


Figura 15. Vista do mirante: vegetação florestal preservada nas encostas íngremes e áreas de lavouras e pastagens com processos erosivos lineares na base da encosta (A, B, C), e no interior da voçoroca (D)
Fotos: Capoane, V., Data: 01/11/2021.

Foi observado em campo que os visitantes deixam garrafas (vidro e plástico), latas de bebida, sacos de carvão, plástico, dentre outros. O que constitui em mais uma evidência da necessidade da prática de Educação Ambiental e promoção geoturismo, no intuito de harmonizar a interação

dos seres humanos com o ambiente natural (Eisenlohr et al., 2013). Nesse caso, um painel informativo poderia contribuir para a sensibilização e conhecimento dos visitantes acerca da importância desses ambientes.

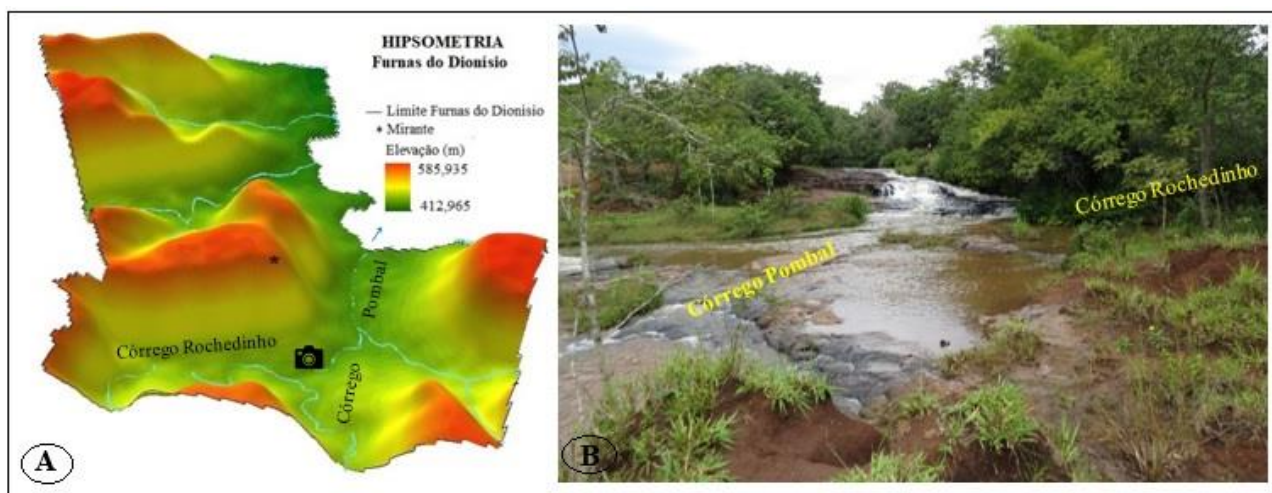


Figura 16. Imagem tridimensional do quilombo (A); queda d'água no córrego Pombal próximo a confluência com córrego Rochedinho (B)

Fonte: MDS SRTM 30 m, exagero vertical 3x; Fotos: Capoane, V., Data: 03/05/2019.

A partir da caracterização geoambiental da BH do córrego Pombal, constatou-se que a comunidade quilombola Furnas do Dionísio apresenta expressiva geodiversidade. Os elementos mais notórios são: 1) a litoestratigrafia, com afloramentos de rocha basáltica, com exposição de topo de derrame, *trap* de arenito do deserto Botucatu e em uma das trilhas, um bloco de arenito com estratificação cruzada, e diques de arenito nos afloramentos de basaltos e no manto de intemperismo; 2) a geomorfologia, na transição do planalto meridional com a borda ocidental da bacia sedimentar do Paraná, em relevo dissecado com predomínio de declive fortemente inclinado (15 - 45%) em 49,2% da área do quilombo; 3) solos rasos onde é possível observar fragmentos do material parental e indivíduos arbóreos que crescem entre as fendas das rochas; 4) cursos d'água perenes e intermitentes, com pequenas quedas d'água e áreas úmidas de nascentes; 5) e remanescentes de Cerrado bem preservado nas vertentes íngremes (encostas, esporas, ombros, cristas e cumes), com diferentes fitofisionomias.

Considerando a geodiversidade presente no local, o geoturismo se apresenta como uma alternativa do segmento do turismo sustentável, visando a geoconservação em consonância com os diversos preceitos exigidos para o desenvolvimento econômico local das comunidades, como expõe Moura-Fé (2015).

O geoturismo, enquanto atividade turística configura-se segundo Piekartz e Liccardo (2007) como um elo com o ecoturismo, que ocorre a partir do contato com a natureza e a busca pela vivência. Os autores destacam que há com turismo cultural aspectos comuns, uma vez que ambas têm entre seus atrativos e atividades, visitas a museus, igrejas

e patrimônios arquitetônicos. Isto posto, é possível destacar o papel agregador do geoturismo, enriquecendo com conhecimento geocientífico o patrimônio natural.

A atividade geoturística, pode ser compreendida como uma ferramenta de promoção da geoconservação, tendo dessa forma, a geodiversidade como principal atrativo turístico, cujo cerne integra a diversidade geológica, ou patrimônio geológico (rochas, minerais e fósseis), geomorfológica (formas de relevo), pedológica (tipos de solo), hidrográfica (rios, nascente e áreas úmidas), além dos processos que lhes originaram – endógenos e exógenos (Dowling, 2010).

No que tange a geoconservação, esta, se caracteriza como estratégias que buscam proteger a geodiversidade presente no meio natural, para garantir a manutenção da história e da evolução da Terra, contida nos aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos e hidrológicos do planeta (Moura-Fé et al., 2016; Jorge e Guerra, 2018; Guimarães; Moura-Fe; Piekartz, 2021). Para Guimarães (2017; 2021) a valorização do geopatrimônio e a geoconservação promovem benefícios socioeconômicos para a população através, por exemplo, do incentivo ao geoturismo.

Assim, considerando o patrimônio cultural, às práticas de turismo (cultural e natural) que já são desenvolvidas na comunidade quilombola, a geodiversidade identificada e, os impactos ambientais constatados via caracterização geoambiental e em campo, vê-se problemas que podem ser minimizados e/ou resolvidos por meio do fomento e desenvolvimento do geoturismo e da geoeducação. Esta por sua vez, “entendida como um ramo específico da educação ambiental a ser aplicada na geoconservação do

patrimônio natural com a possibilidade de ser incentivada e desenvolvida nos âmbitos formais (escola) e não formais (comunidade) do ensino.” (Moura-Fé 2016, pg. 31).

Nesse sentido, para Moura-Fé et al. (2016), a difusão dos conteúdos teóricos e técnicos da geodiversidade e da geoconservação, para os professores dos ensinos Fundamental e Médio - no caso de Furnas do Dionísio a Escola Municipal Dionizio Antonio Vieira-Polo, de 1ª à 4ª série e a Escola Estadual Zumbi dos Palmares, Ensino Fundamental e Ensino Médio - resultaria na incorporação de práticas de identificação e valorização dos elementos da geodiversidade de valor superlativo (geossítios), nas esferas municipais e estaduais, promovendo a sensibilização da população local, sobre o valor e a necessidade de conservação do geopatrimônio local e a possibilidade de uma nova fonte de geração sustentável de renda, contemplando a participação comunitária na criação de recursos didáticos e na definição, por exemplo, de roteiros geoturísticos.

Cabe destacar, que o desenvolvimento da prática turística, independente do segmento, necessita de planejamento adequado, em conformidade com os interesses da comunidade local. Mesmo incluindo nesse planejamento diferentes setores (como Universidades, Institutos de Pesquisa, poder público, iniciativa privada, organizações não governamentais, etc.), são os atores locais que devem ser beneficiados com tal prática, evitando assim que o território passe a ser considerado apenas como um bem de consumo para o turista/visitante, causando desconforto e constrangimento aos moradores locais, pois todas as atividades realizadas na comunidade quilombola Furnas do Dionísio implicam em troca de experiência e contato entre os moradores e os turistas/visitantes, podendo ser considerado um fator positivo, mas também negativo e prejudicial.

Considerações Finais

A bacia hidrográfica do córrego Pombal corresponde a um ambiente ecologicamente frágil e os usos antrópicos atuais não consideram as aptidões e restrições agrícolas, o que têm impactado os ambientes terrestres e aquáticos. As áreas prioritárias para conservação na bacia hidrográfica são os remanescentes do bioma Cerrado; para a recuperação às áreas com processos erosivos lineares e às em processo de arenização; e a restauração ecológica em APPs, principalmente às de nascentes.

O desenvolvimento do geoturismo, associado com turismo cultural, constituem em

uma alternativa para a conservação e o desenvolvimento sustentável da comunidade quilombola Furnas do Dionísio, incentivando ainda a melhoria das condições de vida das populações locais. A sua implementação deve se dar sob condições de esforços e investimentos, seguindo requisitos técnicos tanto para abertura e conservação de trilhas quanto para à segurança dos visitantes, e em consonância com o meio ambiente, promovendo a preservação e conservação das áreas naturais e minimizando os impactos gerados pela atividade.

Assim, partir do mapeamento e análises geoambientais, juntamente com a aplicação de estratégias de conservação, do geoturismo e da educação ambiental, com foco especial na geoeeducação, da promoção de atividades nos espaços formais e não formais da comunidade, vê-se a real possibilidade de uma boa gestão do território, com informação, valorização e promoção das potencialidades locais, bem como da minimização dos impactos socioambientais.

Referências

- Alvares, C.A. et al. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift [online] 22. Disponível: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso: 10 jul. 2021
- ANDA. Associação Nacional para a Difusão de Adubos. 2020. Principais indicadores do setor de fertilizantes – 2014 a 2019. Disponível em: <http://anda.org.br/arquivos/>. Acesso: 26 ago. 2020
- Ariza-Villaverde, A.B., Jiménez-Hornero, F.J., Ravé, E.G. 2015. Influence of DEM resolution on drainage network extraction: a multifractal analysis. Geomorphology [online] 241. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.03.040>. Acesso: 10 jul. 2021
- AWG. Anthropocene Working Group. 2021. Newsletter of the Anthropocene Working Group. 2020. Disponível em: <http://quaternary.stratigraphy.org/wp-content/uploads/2021/03/AWG-Newsletter-2020-Vol-10.pdf>. Acesso: 10 ago. 2021
- Barros, L.E.P. 2011. O processo histórico dos quilombos e o caso de Furnas de Dionísio. Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade 5, 274-291
- Batezelli, A. 2015. Continental systems tracts of the Brazilian Cretaceous Bauru Basin and their relationship with the tectonic and climatic evolution of South America. Basin Research [online] 29. Disponível em:

- <https://doi.org/10.1111/bre.12128>. Acesso: 10 jun. 2021
- Batezelli, A. 2010. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências* [online] 40. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2010402265285>. Acesso: 10 jun. 2021
- Beven, K.J., Kirkby, M.J. 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin* [online] 24. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02626667909491834>. Acesso: 10 jun. 2021
- Brasil. 1997. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Diário Oficial* [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470
- Capoane, V., Silva, D.A. 2020. Avaliação de parâmetros geomorfométricos derivados de modelos altimétricos de diferentes fontes e resoluções: estudo de caso da bacia hidrográfica do córrego Lajeado, Campo Grande, MS. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 13. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p674-690>. Acesso: 20 nov. 2021
- Capoane, V. 2020. Implicações da resolução e fonte de modelos altimétricos na análise quantitativa de atributos geomorfométricos para bacia hidrográfica do córrego Guariroba, Campo Grande, MS. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 13. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2417-2432>. Acesso: 20 nov. 2021
- Carvalho, A.T.F. 2020. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente 1, 140-161
- CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. 2021. Situação atual e previsão hidrometeorológica para a bacia do rio Paraná. Disponível: http://www2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/NotaTecnica_BaciaParana_2021_Maio31.pdf. Acesso: 11 agos. 2021
- Conrad, O. et al. 2007. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*, v. 8, p. 1991-2007-2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>. Acesso: 10 jun. 2021
- Cutter, S.L. 1996. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography* [online] 20. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>. Acesso: 10 jun. 2021
- Dowling, R.K. 2011. Geotourism's global growth. *Geoheritage* [online] 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0024-7>. Acesso: 10 jun. 2021
- Dunne, T. 1970. Runoff production in a humid area. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 41-160
- Dunne, T., Black, R. 1970. Partial area contributions to storm runoff in a small New England Watershed. *Water Resources Research* [online] 6. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/WR006i005p01296>. Acesso: 10 jun. 2021
- Ellis, E.C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* [online] 369. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0331>. Acesso: 10 jun. 2021
- Ellis, E.C., Ramankutty, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Ecology and the Environment* [online] 6. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/070062>. Acesso: 10 jun. 2021
- ESA. European Spatial Agency. 2021. SNAP Download. Disponível em: <http://step.esa.int/main/download/snap-download/>. Acesso em: 18 jul. 2021
- Fernandes L.A., Coimbra, A.M. 2010. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências* 30, 717-728
- Foley, J.A. et al. 2005. Global consequences of land use. *Science* [online] 309. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1111772>. Acesso: 10 jun. 2021
- Goudie, A. 2020. The human impact in geomorphology – 50 years of change. *Geomorphology* [online] 366. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.12.002>. Acesso: 10 jun. 2021
- Goudie, A. 1995. The changing earth-rates of geomorphological processes. Oxford: Blackwell Publishers
- Grau, J. et al. 2021 Using unmanned aerial vehicle and lidar-derived DEMs to estimate channels of small tributary streams. *Remote Sensing* [online] 13. Disponível: <https://doi.org/10.3390/rs13173380>. Acesso: 20 jan. 2022
- Guerra, A.J.T. 2009. Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A.J.T., Cunha, S.B. (Orgs.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e*

- conceitos. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 149-209
- Guimarães, T.O. 2021. Geodiversidade, Geopatrimônio e Sociedade. In: Giovanni Seabra. (Org.). Terra: Educação Ambiental, produção e consumo. Ituiutaba: Barlavento, 2, 121-132
- Guimarães, T.O., Moura-Fe, M., Piekarz, G.F. 2021. Geoconservação no Brasil: teoria e práticas. In: Luciana Cordeiro de Sousa Fernandes, L.C.S., Aragão, A.; Sá, A.A. (Org.). Novos rumos do direito ambiental: um olhar para a geodiversidade. Campinas: Editora da Unicamp, 251-274
- Guimarães, T.O., Mariano, G., Sá A. A. 2017. Inventário e avaliação qualitativa como subsídio à geoconservação e ao geoturismo: Litoral Sul do Estado de Pernambuco (Nordeste-Brasil). *Revista Brasileira de Geografia Física* v.10, n.04. 1218- 1238
- Horton, R.E. 1932. Drainage basin characteristics. *Transactions of the American Geophysical Union* [online] 13. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>. Acesso: 10 jun. 2021
- Horton, R.E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin* [online] 56. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- Hooke, R. LeB., Martín-Duque, J.F., Pedraza, J. 2012. Land transformation by humans: A review. *GSA Today* 22, 4-10
- Hooke, R. LeB. 2000. On the history of humans as geomorphic agents. *Geology* [online] 28. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28<843:OTHOHA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<843:OTHOHA>2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- Hooke, R. LeB. 1994. On the efficacy of humans as geomorphic agents. *GSA Today* [online] 4. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28<843:OTHOHA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<843:OTHOHA>2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapeamento de recursos naturais do Brasil: Escala 1:250.000 – Documentação técnica. Rio de Janeiro, IBGE – Diretoria de Geociências, 2018.
- _____. Cidades e Estados. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/jaraguari.html>. Acesso em: 21 jul. 2021^a
- _____. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Pecuária Municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 22 jul. 2021b
- _____. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 22 jul. 2021c
- _____. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5930>. Acesso em: 22 jul. 2021d
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2021. Nota conjunta INMET / INPE / CENSIPAM. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/NOTA_Emergencia_Hidrica_v05.pdf Acesso: 22 nov. 2021
- Jackson, S.T. 2021. Transformational ecology and climate change. *Science* [online] 373 Disponível: <https://doi.org/10.1126/science.abj6777>. Acesso: 29 jan. 2021
- Jorge, M.C.O., Guerra, A.J.T. 2016. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: conceitos, teorias e métodos. *Espaço Aberto*, PPGG – UFRJ [online] 6. Disponível em: <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.524>. Acesso: 10 jun. 2021
- Kirkby, M.; Chorley, R. Throughflow, overland flow and erosion. *Bulletin International on Association Science Hydrology*, v. 12, p. 5-21, 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.2489/jswc.69.6.186A>. Acesso: 10 jun. 2021
- Kirkby, M.J. 1994. Thresholds and instability in stream head hollows: A model of magnitude and frequency for wash processes. In: KIRKBY, M. J. (Ed.). *Process models and theoretical geomorphology*. New York: John Wiley & Sons Ltd
- Lal, R. 2014. Societal value of soil carbon [online] 69. Disponível em: <https://doi.org/10.2489/jswc.69.6.186A>. Acesso: 10 jun. 2021
- Lal, R. 2018. Saving global land resources by enhancing eco-efficiency of agroecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation* [online] 73. Disponível em: <https://doi.org/10.2489/jswc.73.4.100A>. Acesso: 10 jun. 2021
- Lacerda Filho, J.V. et al. 2006. Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul - Escala 1:1.000.000
- Lapidus, D.F. et al. 2003. *Landform. Collins Dictionary of Geology*. Glasgow: HarperCollins Publishers

- Laurance, W.F., Goosem, M., Laurance, S.G.W. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution* [online] 24. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>. Acesso: 10 jun. 2021
- MapBioma. 2021. Coleção 5. Uso e cobertura do solo - período de 1985 – 2019. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/>. Acesso em: 05 de fev. 2021
- McMaster, K.J. 2002. Effects of digital elevation model resolution on derived stream network positions. *Water Resources Research* [online] 38. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2000WR00015>. Acesso: 10 jun. 2021
- Miller, V.C. 1953. A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristic in the Clinch, Mountain area, Verdinia and Tennesseer. Project NR 389-042, Tech. Rept.3. Columbia University, Department of Geology, ONR, Geography Branch, New York. Patton
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E. 1992. Channel initiation and the problem of landscape scale. *Science* [online] 255. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.255.5046.826>. Acesso: 10 jun. 2021
- Moore, I.D., Grayson, R.B., Ladson, A.R. 1991. Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes* [online] 5. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103>. Acesso: 10 jun. 2021
- Moura-Fé, M.M. 2015. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a Região Nordeste do Brasil. *Sociedade & Natureza* [online] 27. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-451320150104>. Acesso: 10 jun. 2021
- Moura-Fé, M.M. et al. 2016. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. In: Seabra, G. (Org.). *Educação Ambiental & Biogeografia*. Ituiutaba: Barlavento. 829-842
- Moura-Fé, M.M. 2016. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste* 2, 28-37
- Nandi, A., Luffman, I. 2012. Erosion related changes to physicochemical properties of ultisols distributed on calcareous sedimentary rocks. *Journal of Sustainable Development* [online] 5. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/jsd.v5n8p52>. Acesso: 10 jun. 2021
- Oliveira, A.M.; Marinho, M. 2009. Comunidade quilombola de Furnas do Dionísio: aspectos relacionais entre cultura, turismo e desenvolvimento local. In: Bartolo, R., Sansolo, D.G., Bursztyn, I. (Org.). *Turismo de base comunitária: diversidade de olhares e experiências brasileiras*. Rio de Janeiro: Letra e Imagem. 334-347
- Pedro Miyazaki, L.C., Fushimi, M. 2017. Concepções do conceito de vulnerabilidade aplicado aos estudos socioambientais. In: Dias, M.B.G., Nunes, J.O.R. (Org.). *Trilhando pelos solos: construções de um percurso*. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura. 195-209
- Pedro Miyazaki, L.C., Nunes, J.O.R. 2018. Análise da vulnerabilidade socioambiental à ocupação do relevo na cidade de Presidente Prudente/SP. *Brazilian Geographical Journal* 9, 51-81
- Pérez-Peña, J.V. et al. 2009. Differentiating geology and tectonics using a spatial autocorrelation technique for the hypsometric integral. *Journal of Geophysical Research* [online] 114. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2008JF001092>. Acesso: 10 jun. 2021
- Pignati, W.A. et al. 2017. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva* [online] 22. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>. Acesso: 10 jun. 2021
- Pimentel, D. 2006. Soil erosion: a food and environmental threat. *Environment, Development and Sustainability* [online] 8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-005-1262-8>. Acesso: 10 jun. 2021
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. 2008. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Org.). *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa. 151-212
- Riccomini, C. 1997. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Geology* 27, 153-162
- Ross, J.L. S. et al. 2019. Relevo da América do Sul. *Revista do Departamento de Geografia* [online] 38. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/rdg.v38i1.158561>. Acesso: 10 jun. 2021.
- Ross, J.L.S. 2016. O relevo brasileiro no contexto da América do Sul. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro [online] 61. Disponível em: https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2016_n1_art_2. Acesso: 10 jun. 2021
- Piekarz, G., Liccardo, A. 2007. Turismo Geológico na rota dos tropeiros. *Global Tourism* 3, 1-17
- Santos, A.M. et al. 2012. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Ambiente & Água, Taubaté* 7, 195-211

- Sarkar, S. et al. 2021. The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food. Policy Department, Directorate-General for External Policies. European Union, 2021. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/219887/Pesticides%20health%20and%20food.pdf>. Acesso: 20 nov. 2021
- Schumm, S.A. 1956. Evolution of drainage system and slope in badlands of Perth Amboy, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America [online] 67. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- SEBRAE/MS.2021. Desenvolvimento Econômico Territorial. Jaraguari. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/MS/Anexos/Mapa%20Oportunidades/Jaraguari.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021
- SIAGAS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. 2021. Pesquisa Geral. Disponível em <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/detalhe.php?ponto=3500023100>. Acesso: 18 jul. 2021
- Souza, C.M. et al. 2020. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and earth engine. Remote Sensing [online] 12. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>. Acesso: 10 jun. 2021
- Souza, J.B.A., Moretti, E. C. 2019. Formação e resistência das comunidades quilombolas no município de Corumbá-MS. Entre Lugar [online] 10. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/el.v10i20.10207>. Acesso: 20 jun. 2021
- Spera, S. T. et al. 1999. Solos areno-quartzosos no cerrado: Características, problemas e limitações ao uso. Planaltina, Embrapa Cerrados
- Steffen, W. et al. 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science [online] 347. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>. Acesso: 10 jun. 2021
- Steffen, W., Crutzen, P.J., McNeill, J.R. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? Ambio [online] 36. Disponível em: [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- Strahler, A.N. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: Chow, V. (Ed.). Handbook of applied hydrology. New York: McGraw-Hill Book Co
- Strahler, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union [online] 38. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso: 10 jun. 2021
- Strahler, A.N. 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin [online] 63. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAOET]2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- Straumann, R.K., Purves, R.S. 2008. Delineation of Valleys and Valley Floors. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE, GIScience 2008: Geographic Information Science 320-336
- Tarboton, D.G., Bras, R.L., Rodriguez-Iturbe, I. 1998. The fractal nature of river networks. Water Resources Research [online] 24. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/WR024i008p01317>. Acesso: 10 jun. 2021
- Theodorovicz, A.M.G., Theodorovicz, A. 2010. Geodiversidade do estado de Mato Grosso do Sul. São Paulo: CPRM
- Tong, S. et al. 2022. Current and future threats to human health in the Anthropocene. Environment International [online] 158. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106892>. Acesso: 29 jan. 2022
- Urquiza, A.H.A., Santos, L. 2017. Regularização fundiária de comunidades quilombolas em Mato Grosso do Sul/Brasil. Revista Brasileira de Políticas Públicas, Brasília 7, 231-247
- USGS. United States Geological Survey. 2020. Digital Elevation, SRTM, 1 Arc-Second Global. Disponível: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso: 23 jan. 2020
- Vitousek, P.M. et al. 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science [online] 277. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_1. Acesso: 10 jun. 2021
- Vogel, C., O'brien, K. 2004. Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality. Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security 13, 1-8
- Vörösmarty, C.J., Sahagian, D. 2000. Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. BioScience [online] 50. Disponível em: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0753:ADOTTW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0753:ADOTTW]2.0.CO;2). Acesso: 10 jun. 2021
- Walling, D.E. 2005. Tracing suspended sediment sources in catchments and river systems. Science os the Total Environment, Amsterdam [online]

344. Disponível:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.02.011>.
Acesso: 20 nov. 2021
- Waters, C.N. et al. 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* [online] 351. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>. Acesso: 10 jun. 2021
- Weissel, J., Pratson, L., Malinverno, A. 1994. The length-scaling properties of topography. *Journal of Geophysical Research* [online] 30. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/94JB00130>. Acesso: 10 jun. 2021
- Wilkinson, B.H., Mcelroy, B.J. 2007. The impact of humans on continental erosion and sedimentation. *Geological Society of America Bulletin* [online] 119. Disponível em: <https://doi.org/10.1130/B25899.1>. Acesso: 10 jun. 2021
- Zalasiewicz, J. et al. 2019. A formal Anthropocene is compatible with but distinct from its diachronous anthropogenic counterparts: a response to W.F. Ruddiman's "three flaws in defining a formal Anthropocene." *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* [online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0309133319832607>. Acesso: 10 jun. 2021.