

# ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOMORFOLÓGICOS E PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA REDE DE DRENAGEM EM UMA PAISAGEM CÁRSTICA

Medeiros, R.B. (UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS) ; Silva, C.A. (UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS)

## RESUMO

Essa análise partiu de uma problemática que é o fato da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito/MS, apresentar dois sistemas distintos: o sistema cárstico e terrígeno. Fatos que possibilitaram avaliar suas diferenciações e como isso se reflete nos canais de drenagem da bacia em questão, compreendendo, assim, o objetivo desse estudo. Para tanto, utilizaram-se referenciais que vinculam a análise morfométrica às questões areais e lineares das drenagens, além da avaliação dos principais componentes da paisagem, no papel das rochas e relevo. Os resultados encontrados trouxeram uma importante variação entre os sistemas, as sub-bacias predominantemente cársticas apresentaram elementos de destaque, como baixa densidade de drenagem e hidrográfica, aumento no coeficiente de manutenção, entre outros elementos de distinção. Logo, esse estudo será um ponto de discussão para outros trabalhos que queiram adentrar em áreas cujas características entrelaçam os sistemas cárstico e terrígeno.

## PALAVRAS CHAVES

*Sistema Cárstico; Padrões de Drenagem; Águas Superficiais; Bacia Hidrográfica; Planejamento Ambiental*

## ABSTRACT

This analysis started from a problem that is the fact that the hydrographic basin of Rio Formoso, Bonito/MS, presents two distinct systems: the karstic and terrigenous systems. These facts made it possible to evaluate their differentiation and how this is reflected in the drainage channels of the basin in question, thus understanding the objective of this study. To this end, we used references that link the morphometric analysis to the areal and linear issues of the drainages, in addition to the evaluation of the main components of the landscape, in the role of rocks and relief. The results found brought an important variation among the systems, the predominantly karstic sub-basins presented outstanding elements, such as low drainage and hydrographic density, increase in the maintenance coefficient, among other distinguishing elements. Therefore, this study will be a point of discussion for works that enter areas whose characteristics intertwine the karstic and terrigenous systems.

## INTRODUÇÃO

A morfometria da rede de drenagem sempre chamou a atenção da comunidade científica, com muitos estudos nas mais variadas escalas de análise, sendo, até certo ponto, algo superado e sem grandes novidades desde a 1ª edição da obra “Geomorfologia” de Christofolletti (1980), amplamente divulgada e utilizada até os dias atuais. Christofolletti (1980) foi utilizado em demasia ao longo do tempo, sobretudo por sua capacidade de expor, em apenas uma obra, um compilado de metodologias elaboradas na década de 1940 e 1950, sobre vertentes, bacias hidrográficas e suas drenagens, relevo, entre outras temáticas. Obras estas, que devido à época, são de difícil acesso. Desde então, muitos seguidores elaboraram trabalhos mais pautados na aplicação da metodologia, do que propriamente na inovação dos conceitos, métodos e procedimentos metodológicos. Diante da exigência de uma obra que suprisse a necessidade de atualização das bases, Stevaux e Latrubesse (2017) objetivaram, ante a experiência adquirida por tais pesquisadores, compreender os processos fluviais e ampliaram a discussão sobre a análise morfométrica, que carecia de novos capítulos. Mesmo com tal avanço, é importante destacar nesse contexto, que devido à pouca abrangência em território nacional, os sistemas cársticos têm sido mais estudados no contexto da espeleologia e geologia, e pouco se têm na literatura uma discussão sobre a análise morfométrica

em sistemas cársticos. Burri, Castiglioni e Sauro (1999), Ford e Williams (2007), Gutiérrez et al. (2014) e Parise (2012) discutem que em sistemas cársticos as drenagens sempre se vinculam ao subterrâneo, na chamada drenagem criptorrêica, tendo uma ausência marcante de drenagens superficiais. De tal modo, para trabalhar com a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF) é preciso contextualizar que a mesma apresenta: sistemas cárstico e terrígeno. O que traz uma dinâmica distinta para a bacia e para os recursos hídricos em particular, muitos desses ligados ao turismo de natureza. Há, ainda, a existência de Unidades de Conservação (UC's) que auxiliam na preservação e manutenção da fauna e flora, pois impõem restrições e mantêm a integridade das UC's; bem como um intenso uso antrópico das terras, especialmente a soja e pastagem, que vêm impactando nos recursos hídricos da BHRF. Este é um trabalho vinculado ao Projeto que vem sendo desenvolvido sobre as Bacias Hidrográficas Cênicas de Bonito e Jardim, que tem como objetivo a elaboração de um Atlas Ambiental dessa importante região sul-mato-grossense. A Lei no 989 (Lei dos Rios Cênicos) estabelece formas de conservação da natureza, proteção e defesa das margens dos rios Formoso, Prata e Peixe (MATO GROSSO DO SUL, 2003). Logo, esse trabalho contribuirá para o avanço no conhecimento sobre os sistemas cárstico e terrígeno da região, em que as experiências anteriores nos auxiliaram a entender que o reconhecimento mundial de Bonito e Jardim como destino turístico vai além dos rios translúcidos, seu grande atrativo é o carste, pois é a partir deste que tais particularidades despontam e afloram. Diante dessas justificativas principais, essa pesquisa objetivou avaliar a morfometria da rede de drenagem da BHRF, abordando todas as sub-bacias existentes na BHRF, tanto em termos areais quanto lineares, de modo a oferecer subsídios para uma gestão dos recursos hídricos cársticos e terrígenos, buscando a manutenção do equilíbrio, quantidade e qualidade das águas superficiais. No contexto geográfico, a BHRF está situada a sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, sua totalidade em Bonito, um município reconhecido pelo turismo de natureza ligado às águas superficiais e pelas várias UC's com vegetações nativas (Mata Atlântica e Cerrado) relativamente preservadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia consistiu, em um primeiro momento, no mapeamento e breve caracterização geológica e geomorfológica da BHRF. Com relação a geologia, optou-se pelo uso de bases da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em que foi realizada uma atualização e detalhamento diante de algumas incongruências observadas das fontes de dados (CPRM) frente à realidade terrestre. Tais ajustes ocorreram mediante imagens de satélite (Sentinel 2A/MSI, órbita 135 e ponto 101, datada de 15 de março de 2017), cartas topográficas (folhas: Aldeia Lalima - SF.21-X-A-V; Jardim - SF.21-X-C-II; Rio Perdido - SF.21-X-C-I; Vila Campão - SF.21-X-A-IV; disponibilizadas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Brasil) e saídas de campo (dezembro de 2016; março e setembro de 2017 e dezembro de 2018) por meio da visualização de afloramentos e manuseio de rochas ao longo de estradas, margens de mananciais e em meio a pastagens e vegetações em toda a BHRF. Para a geomorfologia, optou-se pelo mapeamento de duas variáveis: hipsometria e declividade. Ambas tiveram como base o Modelo Digital de Terreno (MDT/SRTM) da National Aeronautics and Space Administration (NASA - Earth Explorer, 2000). Tal modelo passou por métodos de pré-processamento de modo a corrigir falhas, distorções e ruídos dessas imagens de radar, proporcionando confiabilidade no mapeamento. Com isso, foi possível identificar os índices hipsométricos (altitudes) e a declividade (inclinações do relevo). Esta última observando classificações do relevo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018). Em um segundo momento, avaliou-se a morfometria da rede de drenagem, alcançada mediante uma análise de cada sub-bacia dos principais recursos hídricos da BHRF. Tal compartimentação trouxe uma ideia clara a respeito dos mananciais e a forma com que eles se caracterizam em cada sub-bacia analisada, embasados na metodologia de Christofletti (1980) e Stevaux e Latrubesse (2017). De tal forma, ainda foi adicionada na interpretação a abrangência dos ambientes terrígeno e cárstico em cada sub-bacia, pois esse fator traz uma dinâmica diferenciada no que tange aos recursos hídricos superficiais. As variáveis embasadas na metodologia foram: a) Hierarquia Fluvial: abrange a ordem dos canais, de acordo com Horton (1945); b) Análise Linear: envolve a relação de bifurcação, comprimento médio dos segmentos fluviais, relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, relação entre o índice médio do comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação e, por fim, a extensão do

percurso superficial; c) Análise Areal: abarca a forma da bacia com seu índice de circularidade, densidade hidrográfica, densidade de drenagem e o coeficiente de manutenção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização geológica e do relevo da BHRF De modo específico para a BHRF, é possível entender que o seu alto e médio curso apresenta tais rochas carbonáticas, calcários calcíticos, oolíticos e dolomíticos, enquanto que o baixo curso exibe rochas do grupo Cuiabá, majoritariamente terrígenas, filitos, arenitos e xistos, bem como rochas das formações Aquidauana (arenito) e Rio Bacuri (xistos grafitosos), (Figura 1). Os patamares mais elevados são cársticos e formados por rochas como o calcário, que devido à dissolução química apresenta um contraste dos pavimentos cársticos como a serra (com vales em “v” que alcançam declives acima de 75%), até as áreas de poljes, com declives que não atingem mais que 20% (relevo considerado suavemente ondulado). No médio curso, em meio a grandes e extensas falhas, lineamentos estruturais e fraturas, ocorre a mudança dos sistemas cárstico para o terrígeno. É a partir dessa compreensão geológica que se começa a notar a influência do substrato rochoso na atividade morfodinâmica dos cursos fluviais superficiais. A mudança no relevo também é algo notável, as áreas de poljes dão lugar (sentido oeste-leste/alto-baixo curso) a superfícies aplainadas a suavemente onduladas originadas por rochas sedimentares do Grupo Cuiabá. Morfometria da rede de drenagem da BHRF A análise morfométrica (Figura 2) procurou identificar as características dos recursos hídricos em cada sub-bacia hidrográfica mediante diversos índices (área de drenagem, perímetro, ordem dos canais, relação de bifurcação, comprimento médio dos segmentos fluviais, relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, relação entre o índice médio do comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação, extensão do percurso superficial, forma da bacia, índice de circularidade, densidade hidrográfica, densidade de drenagem e coeficiente de manutenção). A análise morfométrica se iniciou pelo rio Sucuri, o primeiro afluente do rio Formoso e um dos mais reconhecidos pelo turismo de natureza devido à translucidez de suas águas. A característica cárstica prevalece em sua totalidade na sub-bacia, evidenciando apenas um manancial em 6,69 km<sup>2</sup>, com uma densidade de drenagem baixa (0,27 km/km<sup>2</sup>) se comparado com as demais bacias hidrográficas. Esse fato pode ser explicado por três motivos principais: o primeiro Christofolletti (1980) discute que é o relevo aplainado que reduz a ocorrência de drenagens; a segunda Christofolletti (1980) discute sobre a bacia hidrográfica estar situada em uma mesma zona climática; contudo, o terceiro e último fator que altera a densidade de drenagem são as rochas. No caso da BHRF, as rochas carbonatadas influenciam significativamente na densidade de drenagem e densidade hidrográfica em praticamente todas as sub-bacias hidrográficas. Isso acontece pelo fato das rochas carbonatadas facilitarem a dissolução e percolação dos calcários por fendas e fissuras, portanto, seus mananciais correm, por muitas vezes, de forma subterrânea (criptorreica), com diversas ressurgências em outros locais. Isso ocorre, principalmente, em áreas como a serra da Bodoquena e nos morros residuais nas proximidades do médio curso do rio Mimoso. Christofolletti (1980) ressalta essa afirmação, discutindo que dentro da hidrologia cárstica é notável a ausência de cursos superficiais, podendo somente visualizar os traços deixados por antigos rios ou canais que desapareceram. A circulação da água no carste faz-se em pontos de absorção, que são pontos de fraqueza da massa rochosa, contudo, é muito comum que não possa se ver o caminho traçado, tampouco os locais de ressurgências, visto que o traçado subterrâneo é independente dos canais superficiais. A sub-bacia do córrego Taquaral, amplamente discutida em Brugnolli, Pinto e Alves (2020), expõe 100% de suas terras sobre terrenos cársticos, além de ser um canal de 4ª ordem. Mesmo com uma ordem mais elevada, percebe-se que o córrego Taquaral é temporário, e que as águas variam de forma distinta ao longo dos anos analisados (2016 a 2020). Apesar do período chuvoso ser na primavera e no verão, foi durante esse período que o córrego perdeu suas águas e encontrava-se seco. Por outro lado, era possível encontrar água em períodos secos, como outono e inverno. Fato que não ocorreu com a sub-bacia hidrográfica vizinha ao norte, a do córrego Anhumá. O córrego Serradinho, que é afluente do córrego Anhumá, já possui um volume maior de água do que o anteriormente citado, mas foi classificado como 3ª ordem e ainda está 100% em terrenos cársticos, além disso, possui uma densidade de drenagem e densidade hidrográfica de 0,44 km/km<sup>2</sup> e de 0,09 cursos por km<sup>2</sup> respectivamente. Este córrego não possui extensos tributários, assim, sua quantidade de bifurcações é baixa. O córrego Anhumá exibe uma característica diferenciada das demais supracitadas, pois existem rochas terrígenas em sua sub-

bacia, contudo são áreas pequenas (11,74 km<sup>2</sup>), o que não traz impactos notáveis à morfometria de drenagem. Porém, já ocorre uma elevação para 0,16 cursos por km<sup>2</sup> de densidade hidrográfica e uma densidade de drenagem de 0,49 km/km<sup>2</sup>. Há de se destacar uma grande concentração de mananciais de pouca extensão nas rochas terrígenas da formação Puga, que não são traduzidas na análise geral da sub-bacia devido a sua extensão. Esse córrego já é de 4ª ordem e possui uma das maiores relações de bifurcação de toda a BHRF (6,00) para com os seus canais de terceira e segunda ordem. Já o córrego Bonito denota uma elevação na densidade de drenagem, que chega a 0,46 km/km<sup>2</sup>. Toda sua região central exibe rochas terrígenas, contudo, em seu alto e baixo curso, as rochas carbonatadas são preponderantes. Esses valores contrastam com os encontrados no córrego São João, visto que este possui 100,00% de rochas terrígenas. Assim, já é possível identificar as alterações que as rochas acarretam na quantidade de mananciais no córrego São João. Apesar da pouca extensão, é de 4ª ordem, com 18 mananciais em sua sub-bacia. Isso se traduz em uma densidade de drenagem elevada para a área de estudo, que a faz alcançar a 0,96 km/km<sup>2</sup> e uma densidade hidrográfica de 0,39 rios por km<sup>2</sup>. O coeficiente de manutenção é inversamente proporcional à densidade de drenagem, alcançando assim, 1.046,79 metros de coeficiente, o que significa, segundo Christofolletti (1980), que quanto menor é o índice, menor será a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. Ou seja, quanto maior a quantidade de mananciais por km<sup>2</sup>, menor será a área mínima de manutenção. Essa relação entre as propriedades das rochas foi primordial para compreender a morfometria de drenagem e foi nesse viés que a análise é importante para essa pesquisa, pois auxiliou na compreensão das características de cada sub-bacia que também se manifestaram na qualidade das águas. Já o córrego Retiro possui características distintas, com 100% de rochas terrígenas, além de uma morfometria igualmente díspar, em que a grande quantidade de recursos hídricos traz uma densidade de drenagem elevada (1,38 km/km<sup>2</sup>), a maior dentre todas as sub-bacias. Sua densidade hidrográfica também ficou elevada para a área de estudo, com 0,83 cursos por km<sup>2</sup>, e seu coeficiente de manutenção chega a menores valores, ou seja, 724,62 metros são necessários para manutenção da perenidade dos cursos fluviais da bacia hidrográfica. Segundo os dados, a BHRF possui 278 segmentos fluviais, destes, 73% são segmentos de primeira ordem com a ampla maioria de córrego temporários. Já o rio Formoso é um curso fluvial de 6ª ordem com uma relação de bifurcação maior entre os segmentos de 1ª e 2ª ordem, com uma densidade de drenagem de 6,64 km/km<sup>2</sup> e uma densidade hidrográfica de 0,21 cursos por km<sup>2</sup>. Esses baixos valores de densidade foram potencializados pelo alto e médio curso da BHRF que, por pertencerem a um sistema cárstico, ostentam menos recursos hídricos superficiais.

*Figura 2 – Geologia e relevo da BHRF, Mato Grosso do Sul - Brasil.*

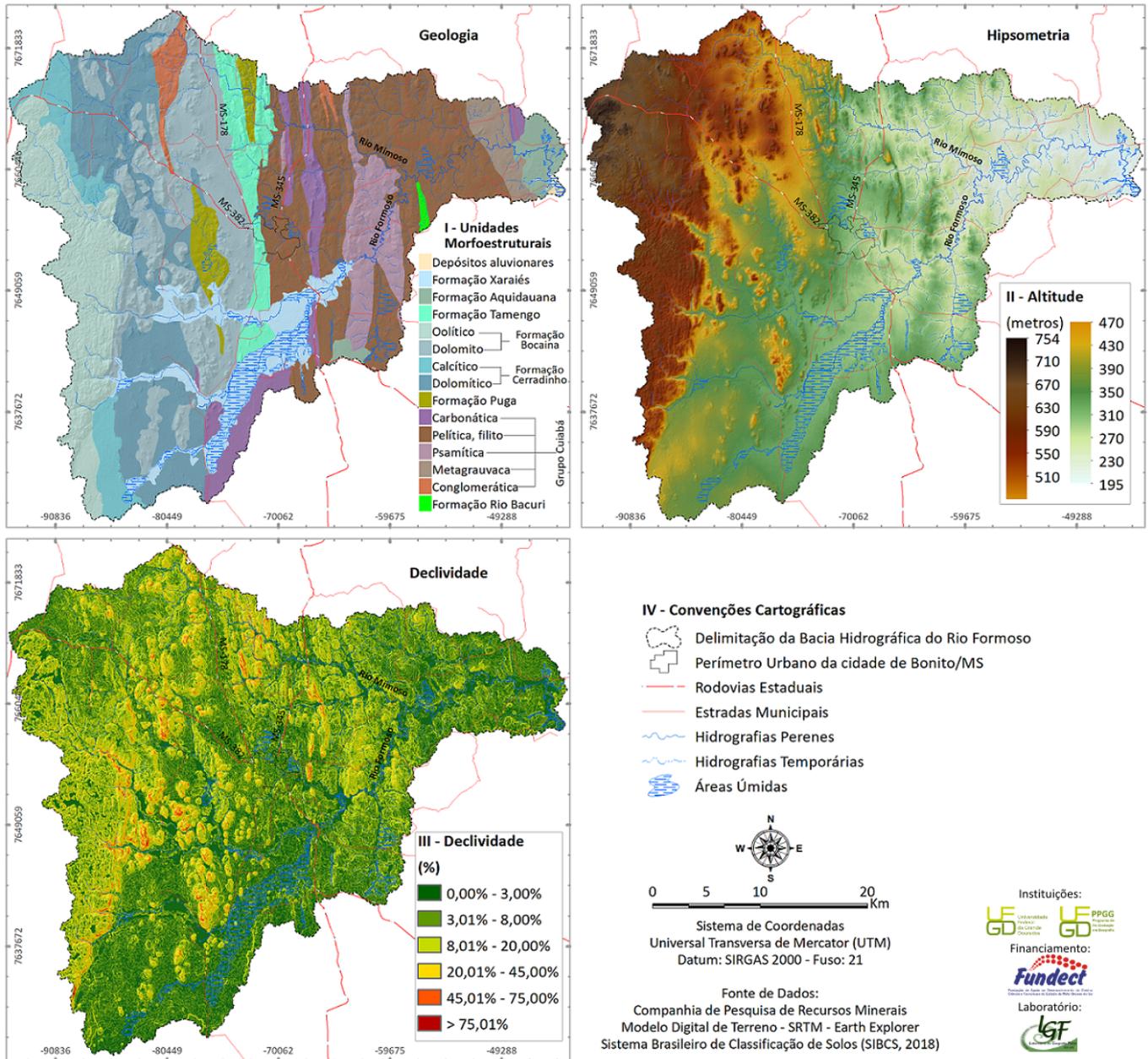
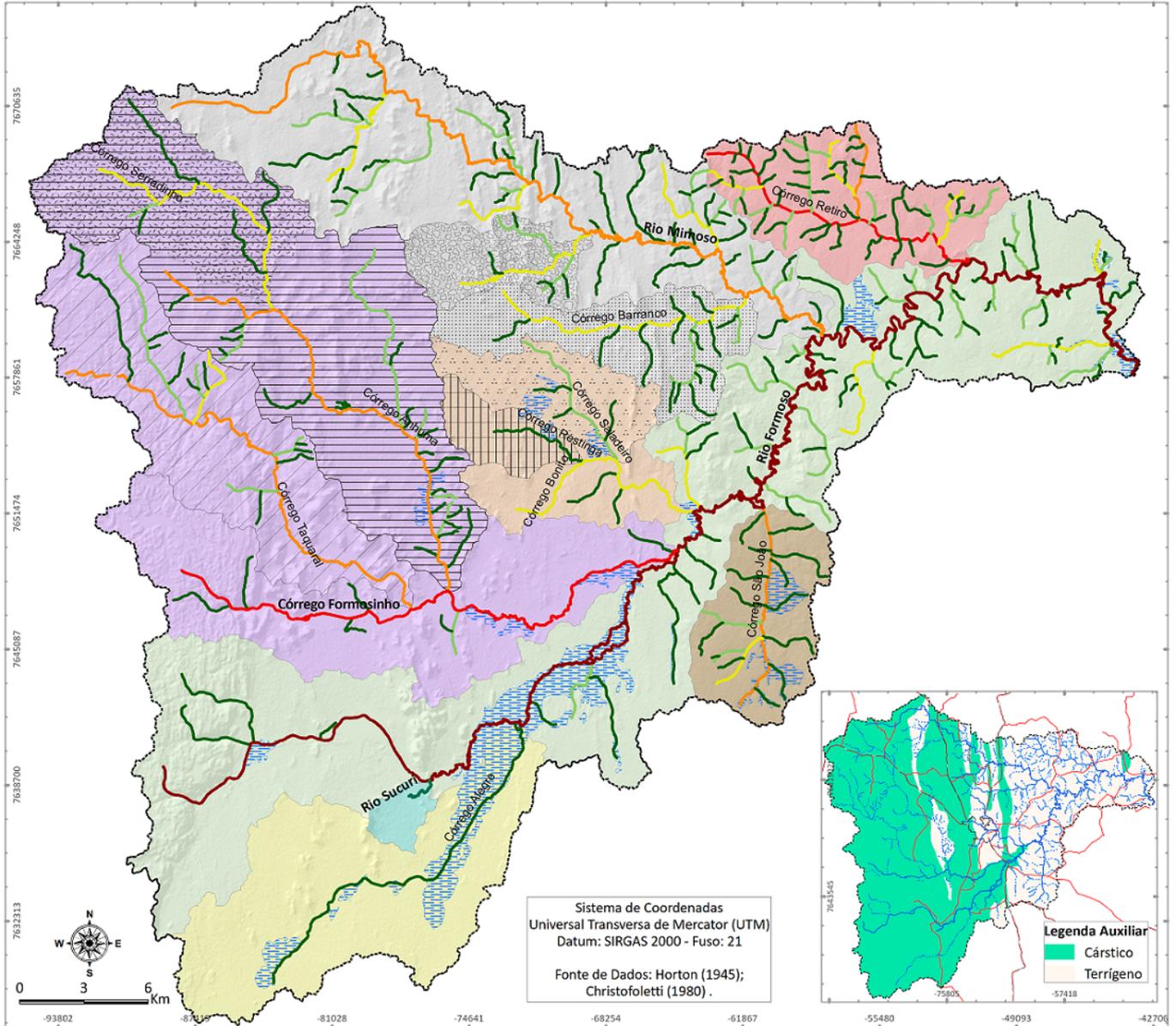


Figura 3 – Hierarquia Fluvial da bacia hidrográfica do rio Formoso, Ma



**I - Hierarquia Fluvial**

- 1<sup>a</sup> Ordem
- 2<sup>a</sup> Ordem
- 3<sup>a</sup> Ordem
- 4<sup>a</sup> Ordem
- 5<sup>a</sup> Ordem
- 6<sup>a</sup> Ordem

**II - Convenções Cartográficas**

- Bacia Hidrográfica do Rio Formoso
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Barranco
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Taquaral
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Serradinho
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Restinga
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Saladeiro
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Espírito Santo
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Anhuma
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego São João
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Bonito
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Alegre
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Retiro
- Sub-bacia Hidrográfica do Córrego Formosinho
- Sub-bacia Hidrográfica do Rio Sucuri
- Sub-bacia Hidrográfica do Rio Mimoso
- Bacia Hidrográfica do Rio Formoso

Instituições:

Financiamento:

Laboratório:

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados morfométricos encontrados auxiliaram, portanto, na identificação das características e sua disponibilização ao longo das bacias hidrográficas, sobretudo na íntima relação entre as rochas terrígenas e carbonatadas com a quantidade de cursos fluviais. Por mais que se tenha na literatura afirmações dessa relação, são escassas as pesquisas que buscam analisar uma área com os dois sistemas e compará-los, o que levaria - ou não - a refutar tais afirmações. Foi possível constatar que

no carste as drenagens são escassas e espaçadas, exibindo grandes áreas sem qualquer tipo de drenagem superficial (estas correm em predominância, no subterrâneo), vide as áreas de poljes das regiões do médio curso da BHRF. Por outro lado, no baixo curso (sub-bacias predominantemente terrígenas) a quantidade de mananciais superficiais é notável, isso ficou evidente pela densidade de drenagem e densidade hidrográfica de tais sub-bacias hidrográficas. A morfometria da rede de drenagem possibilita trazer para a bacia hidrográfica analisada, uma melhor gestão dos recursos hídricos. Compreendendo que no médio curso ocorrem poucos mananciais, são nessas áreas que ocorrem plantações, muitas delas atingindo as áreas de preservação, o que reduziria ainda mais os mananciais superficiais, interferindo no volume e vazão dos mananciais de maior porte. Diante disso, essa pesquisa tem como propósito além de analisar e trazer informações sobre os recursos hídricos superficiais da BHRF, além de auxiliar no desenvolvimento do futuro Atlas Ambiental das bacias hidrográficas cênicas. Essa é uma temática que também será aplicada para as outras bacias cênicas da região, avançando na criação de um banco de dados que poderá ser utilizado por órgãos responsáveis em gerir e planejar o município de Bonito, sendo um auxílio para possíveis tomadas de decisões, salvaguardando os recursos hídricos.

## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi realizado com o financiamento da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- BEREZUK, A. G.; PEDROSO, J. H. M.; RIBEIRO, A. F. N.; LIMA, P. A. Análise morfométrica linear e areal da bacia hidrográfica do Amambai – Mato Grosso do Sul – Brasil. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas-MS, n. 20, ano 11, nov. 2014. pp. 08-38.
- BRUGNOLLI, R. B. Zoneamento ambiental para o sistema cárstico da bacia hidrográfica do rio Formoso, Mato Grosso do Sul. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados. 2020.
- BRUGNOLLI, R. M.; CHÁVEZ, E. S. O potencial das paisagens de uma região cárstica para o turismo - a bacia hidrográfica do rio Formoso, Bonito/Mato Grosso do Sul, Brasil. GEOgraphia, v. 24, n. 52, 25 jan. 2022.
- BRUGNOLLI, R. M.; PINTO, A. L.; ALVES, L. B. A morfometria da rede de drenagem em um sistema cárstico: o caso da bacia hidrográfica do córrego Taquaral, Bonito/MS. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas - (ISSN 1808-2653), v. 1, n. 31, p. 474-494, 1 jun. 2020.
- BURRI, E.; CASTIGLIONI, B.; SAURO, U. Agriculture, landscape and human impact in some karst areas of Italy. International Journal of Speleology, v. 28, p. 33-54, 1999.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A.; BERBET-BORN, M.; MARTINS, E. D.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. Ambientes Cársticos In: FLORENZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- CASTRO, S. B.; CARVALHO, T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Scientia Plena. 5, 025401, 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.
- CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Litologia e Recursos Minerais do estado de Mato Grosso do Sul. Brasília, CPRM, 2006. 144p.
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (Brasília - DF). Região Centro-oeste: carta topográfica. Brasília: Ministério do Exército, 1980. Folha SF.21-X-C-II (Jardim). Escala 1:100.000;
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (Brasília - DF). Região Centro-oeste: carta topográfica. Brasília: Ministério do Exército, 1980. Folha SF.21-X-C-I MI-2619 (Rio Perdido). Escala 1:100.000;
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (Brasília - DF). Região Centro-oeste: carta topográfica. Brasília: Ministério do Exército, 1980. Folha SF.21-X-A-IV MI - 2583 (Vila Campão). Escala 1:100.000;
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (Brasília - DF). Região Centro-oeste: carta topográfica. Brasília: Ministério do Exército, 1980. SF.21-X-A-V MI - 2584 (Aldeia Lalima). Escala 1:100.000.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília, 2018. 353p.

- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- FORD, D.C. AND WILLIAMS, P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley, Chichester, 2007. 562p.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E. Os Substratos Geológicos e os Coeficientes Morfométricos em Bacias Hidrográficas do Carste Dolomítico no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 03 (2010) p. 181-189.
- GUTIÉRREZ F.; PARISE M.; DE WAELE J.; JOURDE H. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews*, v. 138, p. 61-88. 2014.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*. Boulder, Colorado, EUA, pp. 275-370, 1945.
- JESUS, C. S.; BEREZUK, A. G.; MEDEIROS, R. B. Morfometria da rede de drenagem da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil. *Revista Entre-Lugar*, [S. l.], v. 12, n. 23, p. 63-81, 2021. DOI: 10.30612/el.v12i23.12301. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/12301>. Acesso em: 4 fev. 2022.
- KHANDAY, M. Y.; JAVED, A. Hydrological investigations in the semi-arid Makhawan watershed, using morphometry. *Appl Water Sci*, 2017.
- LEAL, M. S.; TONELLO, K. C. Análise da morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do córrego Ipaneminha de baixo, Sorocaba, SP. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 439 - 446, out. / dez. 2016.
- MATO GROSSO DO SUL. Lei n. 989, de 9 de dezembro de 2003. Leis dos Rios Cênicos - Formoso, Prata e Peixe. Estabelece limitações ambientais como forma de conservação de natureza, proteção do meio ambiente e defesa das margens nas áreas das bacias hidrográficas dos rios Formoso, Prata e Peixe, no município de Bonito-MS. *Diário Oficial do Estado do Mato Grosso do Sul*, Campo Grande, n. 989, 9 dez. 2003.
- MIGUEL, A. E. S.; BRUGNOLLI, R. M.; HERMILIANO F. D.; OLIVEIRA, W. Análise Morfométrica, Geológica e Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaruçu/MS. *Revista Geoaraguaia*, v. 4, p. 159-178, 2014.
- PARISE, M. Management of water resources in karst environments, and negative effects of land use changes in the Murge area (Apulia, Italy). *Karst Development: Original Papers*, v. 2., n. 1, p. 16-20. 2012.
- PIRAJÁ, R. V.; REZENDE FILHO, A. T. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Ceroula em Mato Grosso do Sul. *Revista GeoFronter*, v.1, n. 5, p. 35-58, 2019.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. *Journal of Maps*, p. 282-295, 2007.
- SANTOS, A. M. DOS; TARGA, M. DOS S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. D. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*: v. 7, n.3, 2012.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Earth Explorer - SRTM/MDT. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: maio de 2016.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.
- ZAVATTINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. *Geografia*, Rio Claro, 17(2): 65-91, outubro/1992.