

CARTOGRAFIA MORFOMÉTRICA APLICADA À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BREJÃO: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS PROCESSOS MORFODINÂMICOS

Bruno Ferreira da Silva¹; Alan Silveira²

Resumo – O trabalho teve o objetivo de aplicar técnicas da cartografia morfométrica com intuito de compreender os processos morfodinâmicos atuantes na bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão. Afluente da margem direita do rio Araguari, situada no município de Nova Ponte (MG), na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, a bacia hidrográfica em estudo está posicionada na unidade geotectônica da Bacia Sedimentar do Paraná (CODEMIG, 2017) e na unidade morfoescultural dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (ROSS, 1985). Partiu-se do pressuposto de que os procedimentos cartográficos morfométricos adotados contribuem com a interpretação geomorfológica da área de estudo, sobretudo quanto à verificação do potencial dos processos morfodinâmicos. Diante disso, propôs-se a organização das Cartas Morfométricas de Declividade (DE BIASI, 1970 e 1992), de Dissecação Horizontal (SPIRIDONOV, 1981, com adaptações de MAURO et al., 1991) e de Dissecação Vertical (SPIRIDONOV, 1981). A análise integrada dos documentos cartográficos produziu a identificação de locais de maior suscetibilidade à ocorrência de processos morfodinâmicos e, conseqüentemente, contribuiu para o apontamento de áreas que necessitam de ações vinculadas ao planejamento ambiental, tendo em vista a interferência antrópica evidenciada.

Abstract – The objective of this work was to apply morphometrical cartographic techniques to understand the morphodynamical processes in the Ribeirão do Brejão basin. A tributary of the right bank of the Araguari river, located in the municipality of Nova Ponte (MG), in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba Mesoregion, the basin, which is under study, is situated at the Paraná Sedimentary Basin (CODEMIG, 2017) and at the morphosculptural unit of Plateaus and Tablelands of the Paraná Basin (ROSS, 1985). It was assumed that the morphometrical cartographic procedures adopted contribute to the geomorphological interpretation of the study area, especially regarding the verification of the potential of the morphodynamical processes. In this paper, we proposed the organization of the Morphometrical Maps such as Declivity (DE BIASI, 1970 and 1992), Horizontal Dissection (SPIRIDONOV, 1981, with adaptations of MAURO et al., 1991) and Vertical Dissection (SPIRIDONOV, 1981). The integrated analysis of the cartographic documents produced served to identify sites of greater susceptibility to the occurrence of morphodynamical processes and, consequently, this study contributed to the identification of areas that require actions related to environmental planning due to the anthropic interference evidenced.

Palavras-chave: Geomorfologia; Cartografia Morfométrica; Morfodinâmica.

¹ Estudante de Graduação em Geologia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (IG/UFU), *Campus* Monte Carmelo (MG). Telefone: (64) 99267-8852, Endereço eletrônico: (brunof_silva1998@hotmail.com)

² Docente do Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (IG/UFU), *Campus* Monte Carmelo (MG). Telefone: (34) 3810-1035. Endereço eletrônico: (alan.silveira@ufu.br)

1. INTRODUÇÃO

A partir da análise de bacias hidrográficas como sistema dinâmico, tem-se a bacia como um sistema aberto com elementos interdependentes. A alteração em uma parte do sistema promove uma mudança em todo o complexo e em seus processos dinâmicos (MATTOS e FILHO, 2014).

Associando essa perspectiva ao quadro geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Araguari, verifica-se uma interferência antrópica com capacidade de alterar todo o sistema. Como a bacia do Ribeirão do Brejão é um subsistema da bacia do rio Araguari, evidencia-se a importância da compreensão dos processos morfodinâmicos atuantes neste subsistema.

Sobre o Araguari, tem-se o desaparecimento de canais de primeira ordem e o aumento da erosão diante o modelo agropecuário, uso intensivo de água por captação e a construção de usinas hidrelétricas. Esta interferência no sistema fluvial proporciona uma alteração na dinâmica natural e influi tanto na quantidade como na qualidade da água (RODRIGUES, 2002).

Segundo Cunha, Mendes e Sanchez (2013), o estudo geomorfológico possibilita um melhor planejamento ambiental, visto que há a interação direta entre as atividades antrópicas e o relevo. Para este trabalho, adotou-se a análise morfométrica como parâmetro investigativo, uma vez que possibilita a percepção acerca da heterogeneidade do relevo, assim como a identificação de áreas mais suscetíveis a condições de adversidade (ANTONELI e THOMAZ, 2007).

A partir dos dados obtidos através das Cartas de Declividade (DE BIASI, 1970 e 1992), Dissecação Horizontal (SPIRIDONOV, 1981, com adaptações de MAURO, 1991) e Dissecação Vertical (SPIRIDONOV, 1981), teve-se uma investigação acerca da morfometria do relevo que contribuiu com a compreensão da potencialidade à ocorrência dos processos morfodinâmicos em cada setor da bacia. Desta forma, tornou-se possível a identificação de locais mais suscetíveis à ocorrência desses processos.

2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão possui uma área de aproximadamente 73,356 km² e está situada no município de Nova Ponte (MG), na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (Figura 1).

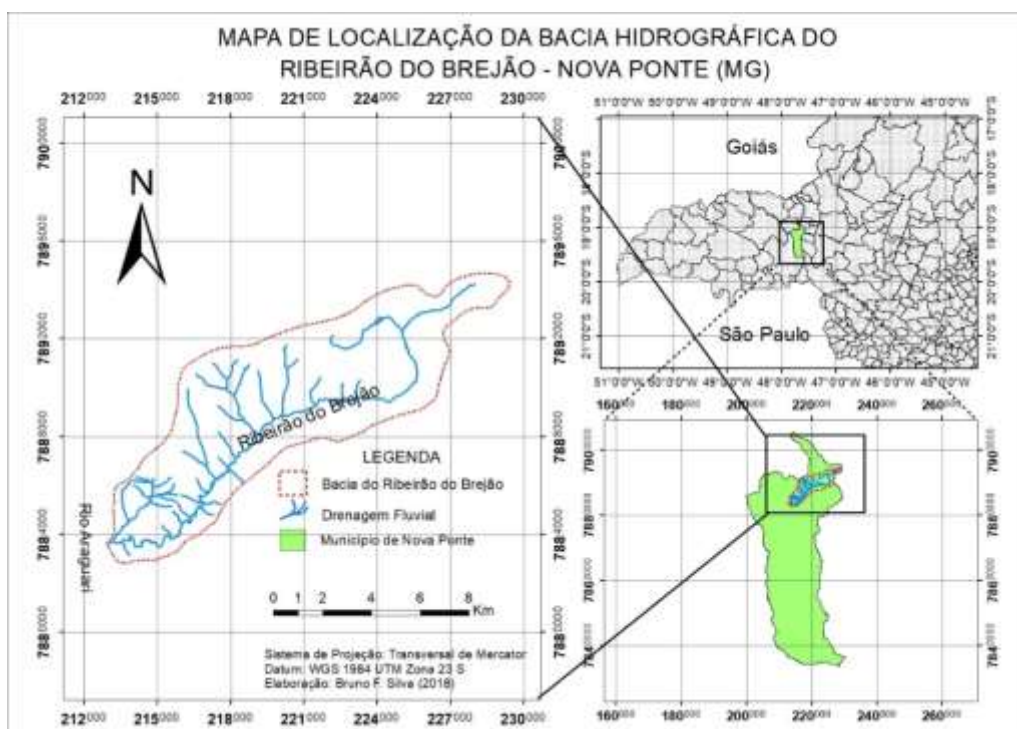


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão.

O objeto de estudo está inserido na unidade geotectônica da Bacia Sedimentar do Paraná, em área cuja litologia se caracteriza pela presença das Formações Serra Geral e Marília, além de Coberturas Detrítico-Lateríticas Coluvionares (CODEMIG, 2017). A Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento, teve seu desenvolvimento no Cretáceo Inferior associado a derrames e intrusões basálticas com intercalações de arenito e diques de diabásio. A Formação Marília, situada no Grupo Baurú, apresenta grupos litológicos de arenito e laminito arenoso. Já as coberturas quaternárias apresentam depósitos sedimentares predominantemente quartzo silto-arenosos amarelados ou avermelhados, de granulação fina a média (CODEMIG, 2017).

Do ponto de vista geomorfológico, posiciona-se nos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (ROSS, 1985), marcados por relevos tabuliformes e relevos com níveis diferenciados de dissecação. Dominam na bacia os solos classificados como Latossolo Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Acriférico, com áreas restritas de Neossolos Litólicos Distróficos (MOTTA et al, 2004). Os Latossolos apresentam avançado estágio de intemperização (muito evoluídos), como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, enquanto os Neossolos, por vezes, são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos (IBGE, 2015).

O tipo climático refere-se ao *Tropical Semi-Úmido*, cujas características indicam: quente o ano todo com 4 a 5 meses secos; temperatura média anual entre 22°C – 26°C; pluviosidade média anual entre 1100mm – 1750mm, concentrados no verão; déficit hídrico anual entre 100mm - 500mm e excedente hídrico anual entre 200mm - 600mm (NOVAIS, 2011).

3. METODOLOGIA

As Cartas Morfométricas são representações cartográficas que apresentam o potencial de quantificar as formas do relevo através de uma abordagem geométrica (CUNHA, MENDES e SANCHEZ, 2003).

Como investigação morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão, confeccionou-se os seguintes documentos: Cartas de Declividade ou Clinográfica, Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical. As cartas morfométricas foram produzidas manualmente e editadas no *software* CorelDRAW 2017, tendo em vista que há o interesse na elaboração destes documentos cartográficos de modo digital. Para a confecção das cartas, adotou-se a Carta Topográfica da Folha Nova Ponte (MI-2489-2) de 2007, disponível pelo IBGE, com escala de 1:50.000 e equidistância das curvas de nível de 20 metros.

3.1. Declividade

Tem-se a Carta Clinográfica, ou de Declividade, como um método investigativo do meio natural com fundamentação na análise quantitativa acerca da inclinação das vertentes (DE BIASI, 1992). Seguindo a proposta de De Biasi (1970 e 1992), primeiramente, obtiveram-se os maiores e menores valores de espaçamento entre as curvas de nível que possibilitaram a aquisição dos valores limites de declividade da bacia a partir da seguinte fórmula:

$$Dc = \frac{DN}{DH} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Dc = declividade; DN = equidistância das curvas e; DH = distância horizontal.

Em seguida, determinaram-se as classes, respeitando os valores de máxima e mínima declividade. Com um ábaco graduado, percorreram-se as áreas entre curvas de nível, designando os diversos graus de declividade de acordo com os diferentes distanciamentos do documento cartográfico (DE BIASI, 1992).

3.2. Dissecação Horizontal

A Carta de Dissecação Horizontal representa a distância que separa os talvegues das linhas de cumeada. Permite identificar a dissecação promovida pela drenagem, possibilitando avaliar áreas de interflúvios mais estreitos e, portanto, áreas suscetíveis aos processos morfodinâmicos.

A partir da proposta de Spiridonov (1981), com adaptações de Mauro et al. (1991), delimitaram-se, primeiramente, as sub-bacias. A classificação da área entre o talvegue e a linha de cumeada foi atribuída pela distância correspondente e que, com um ábaco graduado, estabeleceram-se diferentes classes. Definiram-se as classes através dos valores de máxima e mínima distância entre talvegue e a linha de cumeada, 50 metros e 750 metros neste caso. Obedeceu-se a recomendação de Spiridonov (1981) de que os valores quantitativos das classes fossem correspondentes ao dobro do limite da classe antecedente, desde o mínimo mapeável. Assim, as classes foram: < 50 m; 50 + 100 m; 100 + 200 m; 200 + 400 m; 400 + 800 m; ≥ 800m.

3.3. Dissecação Vertical

A dissecação vertical retrata quantitativamente a altitude relativa entre a linha de cumeada e o talvegue, permitindo a análise do grau de entalhamento realizado pelos cursos fluviais.

Para a confecção da Carta de Dissecação Vertical, adotou-se a proposta de Spiridonov (1981). Primeiramente, delimitaram-se todas as sub-bacias. Em seguida, marcaram-se pontos nos locais de intersecção entre drenagem e curva de nível. Por fim, traçaram-se delimitações que compreendessem a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada a fim de priorizar o traço de maior declive altimétrico, segundo modelo de Cunha, Mendes e Sanches (2003). As classes foram definidas de acordo com a distância entre as curvas de nível e o talvegue. Assim, obtiveram-se as classes: < 20 m; 20 + 40 m; 40 + 60 m; 60 + 80 m; 80 + 100 m; ≥ 100 m.

4. RESULTADOS

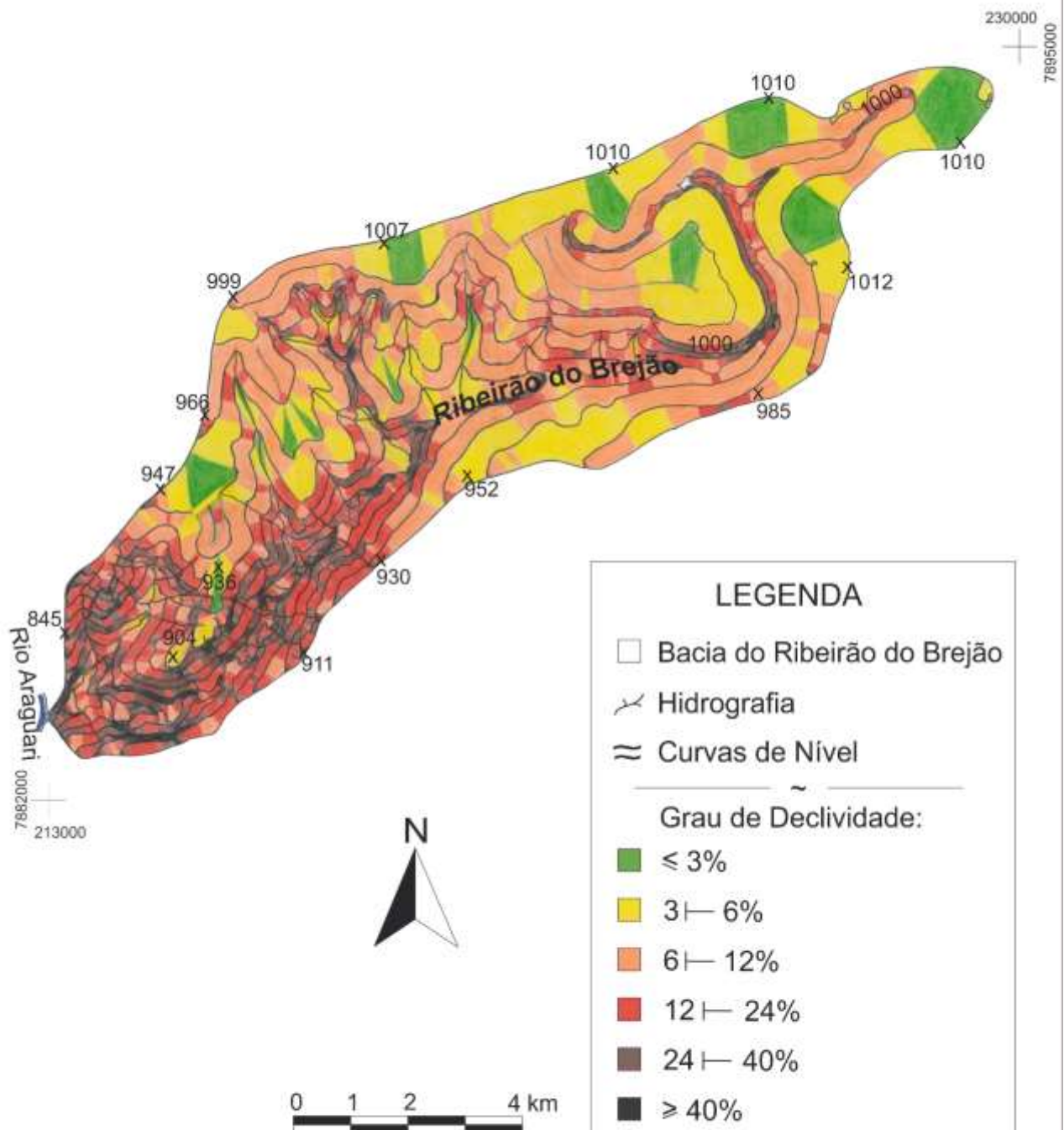
Para uma melhor compreensão do quadro morfométrico do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão do Brejão, dividiu-se a área de estudo em quatro grandes compartimentos: a Alta Bacia, a Média Alta Bacia, Média Baixa Bacia, e a Baixa Bacia (Figura 2).



Figura 2. Divisão em compartimentos da área de estudo.

O estudo morfométrico foi efetuado a partir da análise integrada dos dados cartográficos obtidos através da Carta de Declividade (Figura 3), Carta de Dissecação Horizontal (Figura 4) e a Carta de Dissecação Vertical (Figura 5).

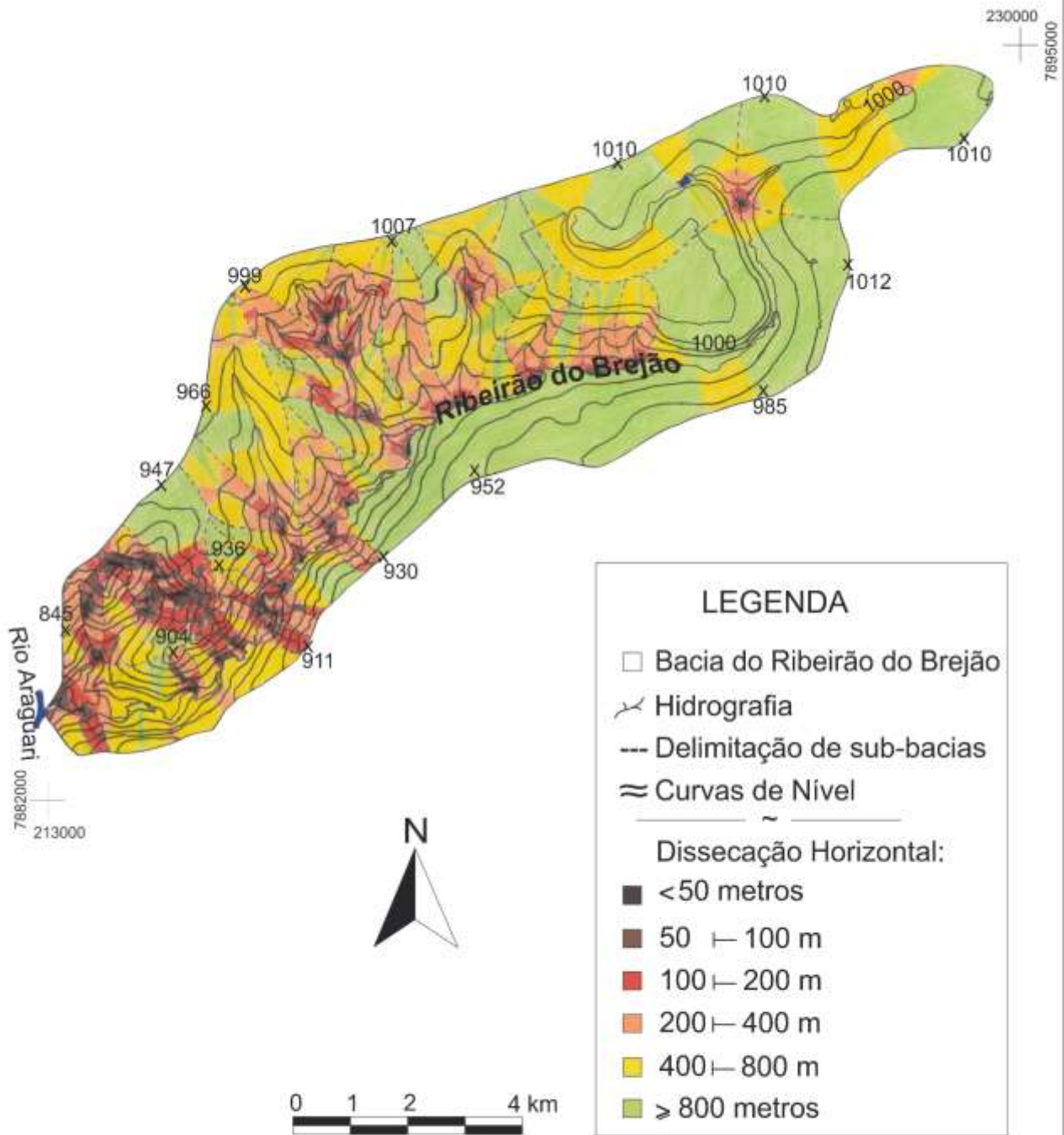
CARTA DE DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BREJÃO - NOVA PONTE (MG)



Fonte: IBGE (2007), Carta Topográfica, Folha Nova Ponte (MI-2489-2), escala 1:50.000, equidistância das curvas de nível 20m.
 Sistema de Projeção: Transversal de Mercator.
 Datum: WGS 1984 UTM Zona 23 S.
 Elaboração e Desenho: Bruno F. Silva (2018).
 Orientação: Alan Silveira.

Figura 3. Carta de Declividade.

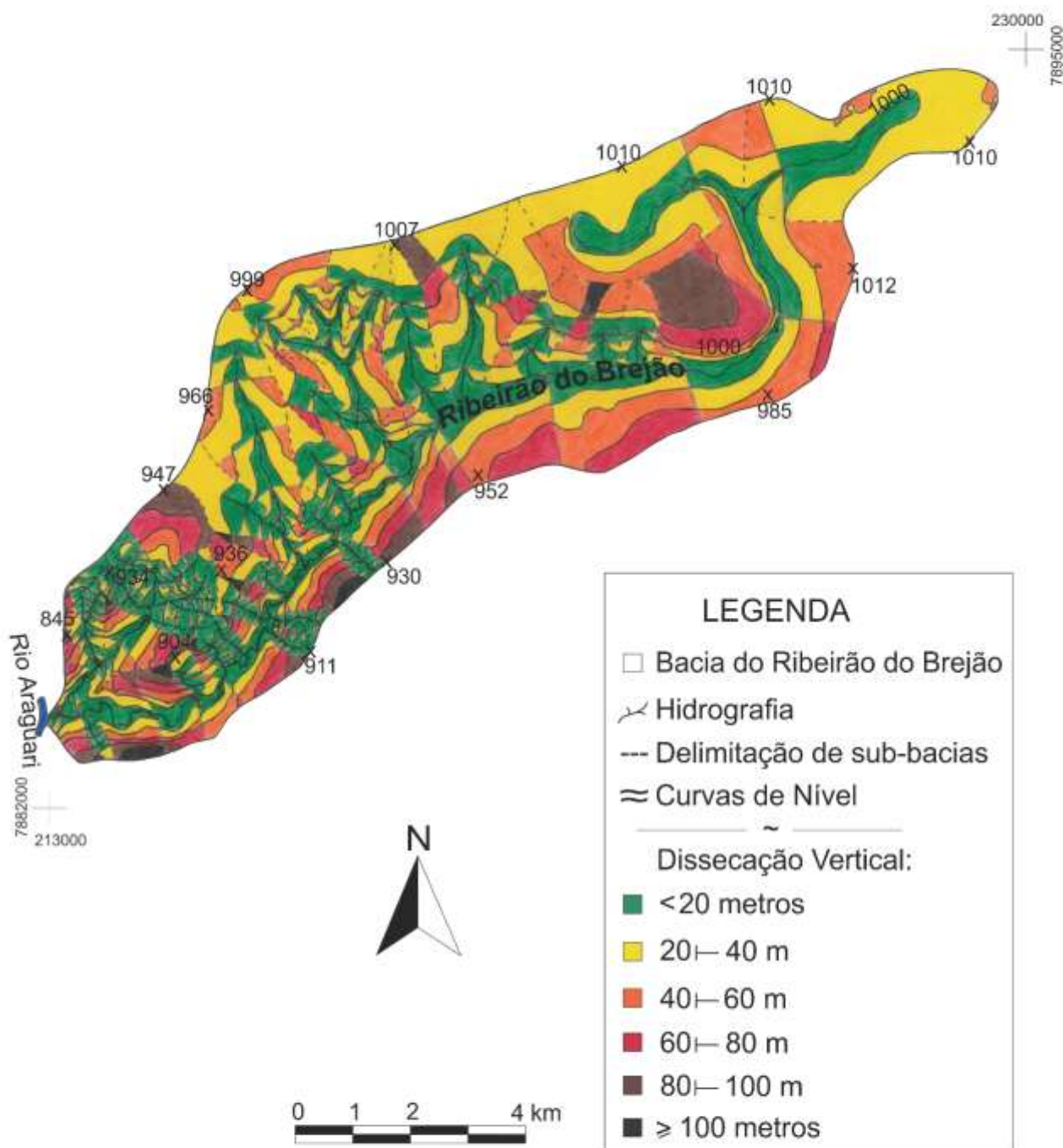
CARTA DE DISSECAÇÃO HORIZONTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BREJÃO - NOVA PONTE (MG)



Fonte: IBGE (2007), Carta Topográfica, Folha Nova Ponte (MI-2489-2), escala 1:50.000, equidistância das curvas de nível 20m.
 Sistema de Projeção: Transversal de Mercator.
 Datum: WGS 1984 UTM Zona 23 S.
 Elaboração e Desenho: Bruno F. Silva (2018).
 Orientação: Alan Silveira.

Figura 4. Carta de Dissecação Horizontal.

CARTA DE DISSECAÇÃO VERTICAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BREJÃO - NOVA PONTE (MG)



Fonte: IBGE (2007), Carta Topográfica, Folha Nova Ponte (MI-2489-2), escala 1:50.000, equidistância das curvas de nível 20m.
 Sistema de Projeção: Transversal de Mercator.
 Datum: WGS 1984 UTM Zona 23 S.
 Elaboração e Desenho: Bruno F. Silva (2018).
 Orientação: Alan Silveira.

Figura 5. Carta de Dissecação Vertical.

Para o setor da **Alta Bacia**, evidenciaram-se, sobretudo, declividades reduzidas ($\leq 3\%$, 3 a 6% e 6 a 12%) correspondendo ao relevo suavizado (Figura 6). Acerca da dissecação horizontal, pôde-se perceber áreas de interflúvio extensas respectivas às classes de 400 + 800 m e ≥ 800 m, representando baixa densidade de drenagem para este compartimento (Figura 6). Verificou-se, para a dissecação vertical, um reduzido grau de entalhamento (< 20 m, 20 + 40 m e 40 + 60 m).

Com isso, tem-se a Alta Bacia como um setor em que as cabeceiras de drenagem apresentam reduzido grau de entalhamento dos vales, reduzida densidade de drenagem e baixas declividades. Desta forma, os vales são amplos e pouco entalhados, propiciando o acúmulo de água em áreas encharcadas, com presença de buritis (Figura 7).



Figura 6. Relevo suavizado com reduzida declividade, baixa densidade de drenagem e baixo grau de entalhamento dos vales.



Figura 7. Buritizal circundando represamento artificial implantado em área de antiga vereda (seta).

Para a **Média Alta Bacia**, evidenciaram-se baixas declividades ($\leq 3\%$ e 3 a 6%), sobretudo próximo aos canais fluviais. De modo geral, pôde-se perceber dois padrões acerca da dissecação horizontal neste setor. As vertentes da margem direita do canal principal apresentam classes baixas a médias (200 a 400 m e 400 a 800 m), enquanto as vertentes à esquerda do Ribeirão do Brejão apresentaram baixíssima densidade de drenagem, com valores superiores a 800 metros de interflúvio. Quanto à dissecação vertical, tem-se uma variação altimétrica de baixa a média alta (< 20 m, 20 + 40 m, 40 + 60 m e 60 + 80 m), com exceção de algumas áreas com 80 + 100 m.

Este setor apresenta vertentes mais inclinadas quando comparado com a Alta Bacia (Figura 9), tendo em vista a maior presença e atuação dos canais fluviais. O leito sedimentar evidenciado nas áreas de confluência sugere tanto a presença dos arenitos da Formação Marília quanto a potencialidade de transporte do canal, uma vez que há seixos rolados no leito (Figura 8).



Figura 8. Confluência entre o Ribeirão do Brejão (seta) e seu afluente sobre leito aluvionar com seixos.



Figura 9. Relevo com vertentes extensas e suavizadas pertencente à Média Alta bacia.

A **Média Baixa Bacia** exibe dois principais padrões. As vertentes da margem direita apresentam menor potencial à ocorrência dos processos morfodinâmicos quando comparada às

vertentes da margem esquerda. As vertentes à direita do Ribeirão do Brejão apresentam declividades desde baixas até altas ($\leq 3\%$, 3 a 6% , 6 a 12% , 12 a 24% e 24 a 40%), enquanto as encostas à esquerda exibem altas declividades (12 a 24% , 24 a 40% e $\geq 40\%$). Observaram-se baixas dissecações horizontais (400 a 800 m e ≥ 800 m) nas porções Leste, enquanto a zona à direita do canal principal apresentou classes baixa a média alta (100 a 200 m, 200 a 400 m e 400 a 800 m). Evidenciou-se o predomínio de baixo a médio grau de entalhamento (< 20 m, 20 a 40 m, 40 a 60 m) na margem direita, ocorrendo em maior raridade dissecações de 60 a 80 m. Por outro lado, a margem esquerda ressaltou um maior grau de entalhamento dos vales (80 a 100 m e ≥ 100 m).

Evidenciou-se uma alta potencialidade à ocorrência dos processos morfodinâmicos na margem esquerda do canal principal. Em campo, notou-se um grau de entalhamento dos vales bem marcante (Foto 10), assim como feições de erosão. Pôde-se comprovar a suscetibilidade da área diante dessas feições erosivas lineares encontradas, bem como dos terraceamento agrícola (Figura 11), que objetivam mitigá-las.



Figura 10. Marcante dissecação vertical e elevada inclinação da vertente (seta).



Figura 11. Terraceamento agrícola (seta) implantado para mitigar a erosão.

Em relação a **Baixa Bacia**, constataram-se, em todo o setor, classes de média a muito alta declividade (6 a 12% , 12 a 24% , 24 a 40% e $\geq 40\%$), com exceção de pequenas áreas com baixa declividade. Acerca da dissecação horizontal, evidenciou-se áreas de interflúvio estreitas nas zonas ao norte deste setor devido uma rica rede de drenagem. Para a dissecação vertical, notou-se que há um alto grau de entalhamento (80 a 100 m e ≥ 100) quando comparado com o restante da bacia diante uma maior densidade de drenagem evidenciada neste setor.

Tem-se para este setor uma alta potencialidade acerca da ocorrência dos processos morfodinâmicos, sobretudo os processos erosivos lineares. A potencialidade da ação pluvial foi evidenciada, diante um relevo entalhado (Figura 12), assim como pela presença de bolsões de contenção de água pluvial (Figura 13). Não se notou procedimentos de recuperação de áreas degradadas, tendo em vista o significativo número de sulcos erosivos, que se não tratados, podem vir a se tornar voçorocas.



Figura 12. Relevo entalhado (concavidade) (seta) diante da ação pluvial.



Figura 13. Bolsão de contenção de água pluvial margeando estrada posicionada em vertente com elevada declividade (seta).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do pressuposto de que a Geomorfologia contribui com o estudo do relevo, destaca-se que as cartas morfométricas contribuíram com a identificação dos setores mais vulneráveis aos processos morfodinâmicos. Com a investigação de cada setor da bacia, notou-se que a Baixa e Média Baixa Bacia são mais suscetíveis aos processos morfodinâmicos por apresentarem maiores declividades, alto grau de entalhamento e densidade de drenagem significativa. A partir das características presenciadas em campo, evidenciou-se uma correlação com a condição exibida nas cartas acerca da potencialidade aos processos morfodinâmicos, como os processos erosivos evidenciados, por exemplo. Acerca das adversidades, tem-se um baixo investimento para a recuperação destas áreas. Entre os procedimentos estão o uso do terraceamento agrícola para conter a erosão e a criação de bolsões de contenção de água pluvial para amenizar os sulcos nas estradas. Diante estas condições, faz-se necessário que haja um estudo aprofundado, sobretudo, no setor de Baixa e Média Baixa Bacia a fim de evitar problemas ainda mais graves no futuro.

REFERÊNCIAS

- ANTONELI, V; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Revista Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.8, no.21, p. 47, jun. 2007.
- CODEMIG, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta Geológica: Folha Nova Ponte (SF.23-Y-C-I)**, escala 1:100.000, 2017.
- CUNHA, C.M.L; MENDES, I.A.; SANCHEZ, M.C. Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental. *Geografia*, Rio Claro, v.28, n. 3, p. 415-429, 2003.
- DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.21, p. 8-12, 1970.
- DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 45-60, 1992.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- MATTOS, S. H. V. L de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: Uma Introdução ao Tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 5, no.1, p. 11 – 18, 2004.
- MAURO, C.A. et. al. Contribuição ao Planejamento Ambiental de Cosmópolis-SP-BR. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 3, 1991, Toluca. **Memórias**. Toluca: UAEM, v.4, p. 391-419, 1991
- MOTTA, P. E. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.
- NOVAIS, G.T. **Caracterização Climática da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba e do Entrono da Serra da Canastra (MG)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2011.
- RODRIGUES, S. C. Mudanças ambientais na região na região do Cerrado. Análise das causas e efeitos da ocupação e uso do solo sobre o relevo. O caso da bacia hidrográfica do Rio Araguari, MG. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, no.12, p. 107-117, 2002.
- ROSS, J.L.S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.4, 1985.
- SPIRIDONOV, A.I. **Princípios de la Metodologia de las Investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografia, 1981.