



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

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



Análise morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego João Moreira, São João da Ponte – MG

Vanessa Veloso Barbosa¹, Luis Ricardo Fernandes da Costa²

¹ Geógrafa, Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Avenida Rui Braga, Vila Mauricéia, CEP 39401-089, Montes Claros, Minas Gerais. vvbarbosa@yahoo.com.br (autor correspondente). ² Dr. em Geografia, Professor do Dep. Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Avenida Rui Braga, Vila Mauricéia, CEP 39401-089, Montes Claros, Minas Gerais. luis.costa@unimontes.br.

Artigo recebido em 30/10/2020 e aceito em 23/05/2021

RESUMO

O presente trabalho teve como objeto de pesquisa a microbacia hidrográfica do Córrego João Moreira, localizada na zona rural do município de São João da Ponte, MG. Seu objetivo foi proceder à caracterização morfométrica dessa microbacia, como contribuição às ações de recuperação ambiental do Projeto Meu Rio, planejadas pelo Instituto Grande Sertão. Por se tratar de uma microbacia, com área menor que 10km², a análise morfométrica se tornou viável a partir de imagens aéreas obtidas com uso de VANTs - Veículos Aéreos Não Tripulados, também conhecidos como Drones. As imagens foram processadas em softwares especializados, gerando um ortomosaico de alta resolução, o que permitiu a aquisição dos parâmetros morfométricos selecionados, utilizando-se o programa ArcGis e fórmulas consagradas na literatura.

Palavras-chaves: morfometria, bacia hidrográfica, drones.

Morphometric analysis of the watershed of the João Moreira stream, São João da Ponte – MG

ABSTRACT

The present work had as object the micro hydrographic basin of the Córrego João Moreira, located in the rural area of the municipality of São João da Ponte, MG. Its objective was to proceed with the morphometric characterization of this micro basin, as a contribution to the environmental recovery actions of the Meu Rio Project, planned by the Grande Sertão Institute. As it is a micro basin, with an area smaller than 10km², the morphometric analysis became viable from aerial images obtained with the use of UAVs - Unmanned Aerial Vehicles, also known as Drones. The images were processed in specialized software, generating a high resolution orthomosaic, which allowed the acquisition of the selected morphometric parameters, using the ArcGis program and formulas established in the literature.

Key words: morphometry, watershed, drones.

Introdução

A microbacia hidrográfica do Córrego João Moreira está localizada no município de São João da Ponte, na região norte do estado de Minas Gerais. Sua escolha como objeto desse trabalho se deu em função da existência de um projeto de recuperação ambiental na área, denominado Projeto Meu Rio, concebido pelo Instituto Grande Sertão (IGS), Organização Não Governamental – ONG dedicada a ações de cidadania e meio ambiente, com sede na cidade de Montes Claros, MG.

O projeto foi criado em 2003, atendendo a uma demanda da própria comunidade rural de João Moreira, que procurou o IGS diante da

degradação ambiental da bacia hidrográfica, que já era avançada nesta época. Em 2019, o Projeto Meu Rio foi finalmente levado à cabo, com a obtenção de financiamento da iniciativa privada, sendo esta etapa concluída em dezembro de 2020. Sua proposta principal é a “recuperação da condição ambiental da microbacia do Córrego João Moreira, com o retorno gradual do fluxo natural de água e o resgate socioeconômico da comunidade nela inserida, compreendida como agente ativo e direto das transformações no meio físico” (Instituto Grande Sertão, 2018).

Para que tais objetivos sejam alcançados, é fundamental conhecer as condições físicas desse meio; o que certamente contribuirá na tomada de

decisões e na adequação das ações metodológicas à real dimensão da bacia.

As bacias hidrográficas são reconhecidas como unidade natural de estudo da superfície terrestre há algumas décadas, especialmente entre os geógrafos físicos, tendo ganhado força no Brasil a partir da segunda metade da década de 1990, com o aumento de trabalhos científicos que tomam esse recorte espacial como unidade básica de análise e planejamento, sendo cada vez mais adotadas por pesquisadores de outras áreas do conhecimento, especialmente em pesquisas de caráter ambiental (Botelho e Silva, 2004; São Miguel et al. 2018; Braz et al. 2017; Costa e Oliveira, 2017; Souza et al. 2019; Alves e Meneses, 2021; Simões Santos et al. 2018; Barros et al. 2019; Abrão e Bacani, 2018; Schafer e Branco, 2019; Abreu e Vieira, 2020).

Os conceitos de bacia hidrográfica encontrados na literatura são numerosos, enfocando e ou incorporando elementos topográficos, ecológicos, antrópicos ou sistêmicos; apresentando-se desde os mais simples aos mais elaborados; mas sempre convergindo no que tange ao seu recorte espacial. Essa discussão é abordada por Teodoro et al. (2007), que também apresentam uma revisão sobre os conceitos de bacia hidrográfica e suas subdivisões: sub-bacia e microbacia.

Para efeito desse trabalho, adotou-se a seguinte definição, fundamentada em Coelho Netto (2001) e Botelho (1999): a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água e materiais dissolvidos para um curso d'água principal, limitada por marcos topográficos caracterizados como divisores de água ou interflúvios.

Quanto à aplicação do termo “microbacia”, embora existam muitas divergências e múltiplas conceituações adotadas por diversos autores, especialmente no que tange aos parâmetros e às dimensões a se considerar nesta subdivisão, conforme discutem Botelho e Silva (2004), Botelho (1999) e Teodoro et al. (2007); entende-se que não há dúvidas quanto ao tratamento e definição da bacia hidrográfica do Córrego João Moreira como uma microbacia; não só por suas dimensões reduzidas (menor que 10 km²) mas, também, por sua adequação à proporção e ao objetivo desse trabalho.

Nos estudos de bacia hidrográfica, o mapeamento e a morfometria são essenciais para o entendimento dos sistemas hídricos que a compõem. A análise morfométrica consiste na caracterização quantitativa das bacias de

drenagem, através da obtenção e interpretação de dados numéricos sobre o objeto de estudo. Diversos trabalhos desenvolvidos neste campo (Machado et al. 2011; Stipp et al. 2010; Teodoro et al. 2007; Santos et al. 2012; Marinho Filho et al, 2013; Sampaio et al, 2018; Dias Nunes e Lima Borba, 2018) concluíram que os índices e parâmetros obtidos com a análise morfométrica são fundamentos muito importantes no planejamento e na gestão de bacias hidrográficas.

São comuns os estudos de morfometria de bacias hidrográficas a partir de imagens orbitais, especialmente SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM), que são disponíveis gratuitamente e permitem análise para bacias com aplicação de uma escala de 1:250.000 ou menores. Também é comum o uso de cartas topográficas para delimitação das áreas de drenagem, cuja escala em geral é aplicada em 1:100.000. No entanto, quando se trata de microbacias essas bases documentais podem não ser suficientes, pois não permitem o detalhamento necessário para áreas espacialmente restritas.

Por outro lado, novas tecnologias de mapeamento terrestre, como os VANTs - Veículos Aéreos Não Tripulados, também conhecidos como Drones, estão cada vez mais acessíveis e se mostram uma boa alternativa para a aerofotogrametria, sendo capazes de atender a necessidade de estudos desta natureza (Hung et al, 2018; Albuquerque e Molinari, 2020) pois capturam imagens georreferenciadas, utilizando-se de sistemas de GPS – Global Positioning System, que são posteriormente processadas, compondo ortomosaicos de alta resolução, podendo ser aplicadas escalas maiores que 1:10.000.

Buscando uma adequação de escala que atenda ao recorte espacial escolhido, a análise morfométrica da microbacia do Córrego João Moreira foi realizada a partir do tratamento de imagens aéreas obtidas com uso de drones. Dessa forma, é possível estabelecer resultados satisfatórios para análises morfométricas em microbacias hidrográficas?

Assim, o presente artigo tem como objetivo a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego João Moreira, no município de São João da Ponte, MG, a partir de imagens obtidas com drones, como contribuição às ações do Projeto Meu Rio, do Instituto Grande Sertão.

Material e métodos

A aerofotogrametria foi realizada através de equipamento drone DJI – Phantom4 Pro Advanced com planos de voo produzidos no aplicativo Drone Deploy, dividido em 4 áreas-foco. Foram produzidas 1.760 fotografias aéreas, a 120m de altura. Destas, foram processadas 1.330 fotografias, no software Agisoft Photoscan, gerando o ortomosaico da bacia hidrográfica, com resolução de 9,5cm/pixel.

A escolha dos parâmetros morfométricos se deu baseada na discussão de Machado et al. (2011), que realizaram uma triagem dos principais parâmetros utilizados em 20 trabalhos científicos, tendo selecionado 13 variáveis das 56 levantadas, as quais apresentaram relevância nos trabalhos avaliados, pela contribuição aos objetivos propostos ou à avaliação de indicadores ambientais ou, ainda, pela aplicação prática na gestão ambiental. Para este trabalho, consideraram-se, ainda, aqueles parâmetros que se aplicariam de forma mais proficiente aos objetivos e metas do Projeto Meu Rio e à condição da bacia hidrográfica em meio rural. Desta forma, foram definidos 12 parâmetros de trabalho: área da drenagem, perímetro total da bacia, comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água, comprimento do eixo da bacia, densidade de drenagem, hierarquia da drenagem, padrão de drenagem, hipsometria, declividade, índice de sinuosidade e coeficiente de manutenção.

A delimitação da bacia, a hipsometria, a declividade e os parâmetros hidrológicos básicos como as medidas de área, perímetro e comprimento foram obtidos automaticamente com uso da extensão Hydrology do programa ArcGis. A densidade de drenagem, o índice de sinuosidade e o coeficiente de manutenção foram obtidos com a aplicação de fórmulas consagradas na literatura, contidas em Christofolletti (1980) e Alves e Castro (2003).

A hierarquia fluvial foi classificada segundo metodologia de Strahler (1952 *apud* Silveira, 2004); e o padrão de drenagem analisado segundo os tipos básicos descritos por Christofolletti (1980).

Resultados e discussão

Caracterização da Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica do Córrego João Moreira localiza-se a oeste do município de São João da Ponte, estado de Minas Gerais, conforme se observa na Figura 1. Trata-se de um tributário

do Rio Arapuim, afluente da margem esquerda do Rio Verde Grande, compondo o sistema hídrico da Bacia do Rio São Francisco, pela sua margem direita.

O município de São João da Ponte possui uma população de 25.358 habitantes, a maioria residente na zona rural, em torno de 66% do total (Censo IBGE 2010). Seu território abrange uma área de 1.851,10 km², com uma densidade demográfica de 13,70 hab/km². A agropecuária ocupa o 2º lugar na participação do PIB municipal, na ordem de R\$ 24.486 mil reais (IBGE, 2013). O valor bruto total do PIB é na ordem de 171,311 mil reais, com o setor de serviços ocupando primeiro lugar na participação (incluindo administração, saúde e educação públicas e seguridade social), conforme resultados da série revisada do IBGE (2013). O IDH do município é de 0,569, um dos menores de Minas Gerais, ocupando o 831º lugar no estado e o 4.764º lugar no Brasil (IDHM, 2010).

Segundo Sá Júnior (2009), na área da bacia predomina o clima Aw, conforme metodologia de Köppen; sendo essa a classe climática mais comum no estado de Minas Gerais. Isso significa um clima tropical úmido de savana, onde o mês mais frio do ano tem temperatura média superior 18°C. As chuvas se concentram no verão, apresentando inverno seco com precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos um dos meses dessa estação.

O município de São João da Ponte abrange quatro regiões geomorfológicas, conforme nomenclatura adotada no ZEE Brasil MMA (2012): Chapadas do Alto/Médio São Francisco, Patamares do Alto/Médio São Francisco, Depressão Interplanáltica do Alto/Médio São Francisco e Planícies do São Francisco, essa última associada às planícies fluviais do Rio Verde Grande. A bacia hidrográfica do Córrego João Moreira se situa na unidade Chapadas dos Rios Verde Grande /Jequitá, subdivisão da região geomorfológica Chapadas do Alto/Médio São Francisco.

Essa unidade se caracteriza, por feições tabulares, “com topos planos, bastante recortados, inumados por sedimentos detríticos lateritizados e limitados por escarpas dissecadas em colinas[e] ocorrência de morros testemunhos, remanescentes da superfície de topo” (MMA, 2012). Em relação ao arcabouço geológico, predominam, nas cabeceiras de drenagem, interflúvios e em boa parte das encostas, as unidades Grupo Areado (nível inferior) e Formação Serra da Saudade. O grupo Areado é datado do Cretáceo e se encontra

estratigraficamente acima da Formação Serra da Saudade na região.



Figura 1: localização da área de estudo. Fonte: Barbosa, V. V, 2018

É representado por bancos de arenitos brancos intercalados com arenitos esverdeados, com espessura em torno dos 30 metros (Romano et al, 2015). A Formação Serra da Saudade é a unidade estratigráfica superior do Grupo Bambuí na região, apresentando “siltitos verdes intercalados com arenito cinza claro formando ritmitos”, conforme descrito por Romano et al. (2015).

O nível mais superior da unidade [Fm. Serra da Saudade] é constituído de arenito argiloso vermelho. Na base da formação ocorre uma rocha conglomerática de matriz arenosa com seixos angulosos, interpretada como sendo um fluxo de detritos. A espessura da Formação está acima de 100 metros (Romano et al. 2015).

Na calha do Córrego João Moreira e no último terço da bacia (baixo curso) ocorre a Formação Lagoa do Jacaré, também pertencente ao Grupo Bambuí, onde predominam “calcários calcíticos negros a cinzentos intercalados com margas verdes em bancos espessos até acima de 10 metros e em sucessão rítmica” (Romano et al. 2015). Embora seja uma litologia muito propensa à formação de cavidades, apresentando, em nível regional, um relevo cárstico bem desenvolvido, tais feições não foram mapeadas na bacia do Córrego João Moreira, com os calcários se restringindo a afloramentos discretos.

Os solos da microbacia em análise foram descritos conforme a classificação do Mapa de Solos de Minas Gerais (UFV, CETEC, UFLA, FEAM, 2010). Nos dois primeiros terços da bacia, predominam latossolos vermelho-amarelo distrófico e no baixo curso o Neossolo Quartzarrênico órtico. Os latossolos são solos profundos e com horizonte B homogêneo, fortemente intemperizados, constituídos por material mineral (EMBRAPA, 2006; IBGE, 2007), no caso em estudo, apresentam coloração vermelho-amarelado e textura predominantemente silte-arenosa. Neossolos quartzarrênicos são solos jovens, sem presença de horizonte B, com forte presença de minerais primários, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes. (EMBRAPA, 2006; IBGE, 2007). Conforme Amaral et al. (2004), ambos os tipos de solo que se apresentam na bacia em estudo possuem baixa a muito baixa fertilidade.

Em relação à vegetação, a região está localizada em área de domínio do bioma Cerrado, apresentando fisionomias diversas com predomínio de Cerrado *Strictu Sensu* com alto grau de antropização e extensas áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal. As encostas se apresentam desmatadas ou ocupadas por culturas de subsistência, com predomínio da cana-de-açúcar.

A textura predominante arenosa da cobertura pedológica no baixo curso, combinada às extensas faixas de solo expostos nas encostas, justifica a ocorrência de numerosas feições erosivas profundas, algumas com alto grau de desenvolvimento, caracterizando-se como voçorocas.

Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica

Conforme aborda Christofolletti, 1980, “a análise morfométrica de bacias hidrográfica inicia-se pela ordenação dos canais fluviais, com finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial. A partir de então, processa-se a análise de aspectos lineares, areais e hipsométricos”. O

processamento do ortomosaico da microbacia do Córrego João Moreira apontou sua classificação como um curso d’água de terceira ordem, conforme metodologia de Strahler (1952 *apud* Silveira, 2004); com padrão de drenagem dendrítico segundo os tipos básicos descritos por Christofolletti (1980). Ainda conforme este autor, o padrão dendrítico é “tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme ou estruturas sedimentares horizontais” (Christofolletti, 1980), o que condiz com o arcabouço geológico descrito para o local.

As demais características morfométricas da microbacia, envolvendo aspectos lineares, areais e hipsométricos e outros parâmetros combinados, estão enumerados na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros Morfométricos da Microbacia Hidrográfica do Córrego João Moreira

Parâmetros Morfométricos da Microbacia do Córrego João Moreira		
Características geométricas	Área da bacia (Km ²)	8,74
	Perímetro total (km)	197,94
	Comprimento da Bacia (km)	6,80
Características da rede de drenagem	Comprimento do Canal Principal (km)	3,80
	Comprimento total dos canais (km)	21,64
	Densidade de drenagem - Dd (km/km ²)	2,48
	Coeficiente de Manutenção - Cm (m ² /m)	403,88
Características do relevo	Altitude Máxima (m)	841,00
	Altitude Mínima (m)	694,00
	Altitude Média (m)	788,57
	Amplitude Altimétrica - ΔH (m)	147,0
	Declividade Máxima	50%
	Declividade Mínima	0%
	Declividade Média	5%
	Índice de Sinuosidade - Is	0,56

Fonte: Barbosa, V. V, 2018.

O Córrego João Moreira possui 3,80 km de extensão e uma área de drenagem é de 8,75 Km², o que não deixa dúvidas quanto ao uso do termo microbacia para o caso em questão. A área da bacia é um dado importante para a definição do seu potencial hídrico, pois, conforme lembra Silveira (2004), multiplicando-se a área de drenagem pela lâmina de chuva precipitada tem-se o volume de água recebido pela bacia. Também é um dado utilizado no cálculo da densidade de drenagem, cujo valor é obtido pelo coeficiente do comprimento total dos canais pela área da bacia, que no caso em estudo é de 2,48 km/km². Conforme Beltrame (1994, *apud* Santos et al. 2012), esse índice indica uma densidade de drenagem rica, o que reflete em um alto potencial para escoamentos rápidos até o exutório.

O coeficiente de manutenção reflete a área mínima necessária para manter 1 metro de canal de escoamento e se relaciona com a capacidade de perenização do curso d'água. No Córrego João Moreira o coeficiente de manutenção é de 403,88m²/m, ou seja, são necessários 403,88m² de área para se manter perene cada metro de canal. Esse índice reflete que, em condições naturais, a microbacia em questão tem boa capacidade de se manter perene, o que é um bom indicativo para o sucesso do Projeto Meu Rio, porque oferece condições para o retorno do fluxo natural do córrego, com a aplicação de medidas de proteção das encostas e nascentes, conforme previsto no referido projeto.

Embora o Córrego João Moreira não se mantenha perene há alguns anos, essa condição está associada ao processo histórico de antropização que resultou em grandes áreas sem cobertura vegetal, avançados processos erosivos e um alto grau de assoreamento.

A hipsometria é importante na compreensão do relevo e no cálculo da declividade. Essas características na microbacia em estudo estão representadas na figura 2.

A altitude média na microbacia do Córrego João Moreira é de 788,57m, com máxima de 841m e mínima de 694m, o que resulta numa amplitude altimétrica de 147m. A declividade média da bacia é de 5%, caracterizando um relevo suave-ondulado. Além da avaliação do modelado, esse índice pode ser utilizado como referência para outras análises como: aptidão agrícola e erodibilidade; correlacionando-se à cobertura pedológica. Conforme Teodoro et al. (2007), a velocidade do escoamento superficial é diretamente associada à declividade média das

encostas, influenciando a capacidade de infiltração e a susceptibilidade à erosão.

Por fim, o índice de sinuosidade do Córrego João Moreira é de 0,56, indicando um canal tendendo ao retilíneo, o que influencia no controle da velocidade de escamento no canal. Canais com disposição retilínea, em geral, expressam maior transporte de sedimentos e maior velocidade de fluxo; no entanto, essa característica deve ser compreendida associadamente às declividades e ao gradiente dos canais, que podem exprimir condições de deposição de sedimentos.

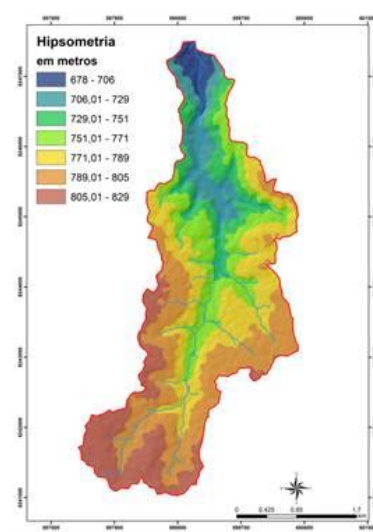


Figura 2: Características do relevo da área de estudo: hipsometria. Fonte: Barbosa, V. V, 2018.

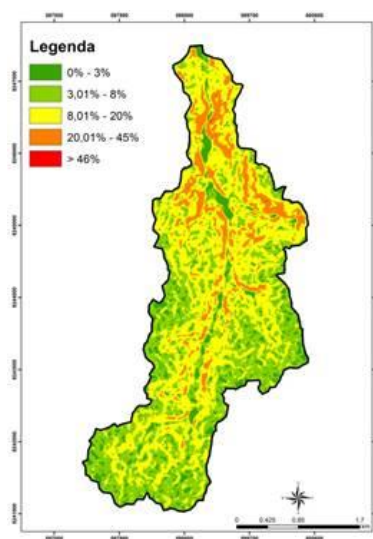


Figura 3: Características do relevo da área de estudo: declividade. Fonte: Barbosa, V. V, 2018.

Considerações finais

As características dos materiais que compõem o arcabouço geológico e a cobertura pedológica na microbacia do Córrego João Moreira evidenciam a sua fragilidade ambiental. Os litótipos predominantes nas cabeceiras de drenagem, interflúvios e encostas apresentam material com forte propensão ao arraste que, associada às declividades mais acentuadas, típicas dessas feições e a extensas áreas sem cobertura vegetal, favorecem o transporte e deposição de sedimentos nas faixas mais baixas do canal, agravando os processos de assoreamento. Essa condição também se processa com os tipos pedológicos, predominantemente compostos por materiais friáveis, com texturas silte-arenosas, areia e areia franca.

Os resultados para a densidade de drenagem e para o coeficiente de manutenção indicam boas perspectivas de sucesso para o Projeto Meu Rio, porque sinalizam que a microbacia oferece condições de retorno do fluxo natural do canal principal, com a aplicação das medidas previstas no referido projeto.

O índice de declividade média qualificou um relevo suave-ondulado, caracterizando velocidades moderadas de escoamento superficial, que devem ser consolidadas com a revegetação das encostas. Esse dado poderá ser utilizado também, posteriormente, na análise de aptidão agrícola e de erodibilidade relacionadas à microbacia.

A velocidade de escamento no canal principal tende a ser mais elevada e com maior transporte de sedimento, devido à sua propensão ao retilíneo, demonstrada no índice de sinuosidade; no entanto, essa condição deve ser compreendida associadamente às declividades e ao gradiente dos canais, que podem exprimir condições distintas ou compensatórias dessa característica.

Embora tenham sido avaliados apenas 12 parâmetros morfométricos para a microbacia do Córrego João Moreira, dentre tantos existentes; e sob o critério de importância e aplicabilidade ao Projeto Meu Rio; outros parâmetros podem ser obtidos a partir das variáveis aqui analisadas, conforme a demanda que venha a ser levantada no futuro.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros, onde foram processadas as

imagens e obtidos os parâmetros hidrológicos básicos e ao Instituto Grande Sertão que acolheu a proposta e proporcionou os equipamentos para obtenção das imagens.

Referências

- Abrão, C. M. R.; Bacani, V. M., 2018. Diagnóstico da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, MS: subsídio ao zoneamento ambiental. Boletim Goiano de Geografia 38. Disponível: <https://doi.org/10.5216/bgg.v38i3.56362>. Acesso: 20 julho de 2021.
- Abreu, N. R. P.; Vieira, A. F. S. G., 2020. Classificação De Unidades Ambientais Na Paisagem Da Bacia Hidrográfica Do Rio Sanabani (BHS), Em Silves-Amazonas. Ateliê Geográfico 14, pp. 192-217. Disponível: <https://doi.org/10.5216/ag.v14i3.51495>. Acesso: 22 julho de 2021.
- Albuquerque, N. R. de.; Molinari, D. C., 2020. Caracterização da Cobertura Vegetal no Alto Curso da Bacia do Igarapé do Mindu - Manaus (AM). Revista Brasileira de Geografia Física 13. Disponível: [10.26848/rbgf.v13.1.p406-422](https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p406-422). Acesso: 21 julho de 2021.
- Alves, J. M. De P. Castro, P de T., 2003. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. Revista Brasileira de Geociências 33, 117 – 124. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/artic/e/view/9821>. Acesso: 21 julho de 2021.
- Alves, M. D. De o.; Menezes, L. De S., 2021. Impactos ambientais no baixo curso do rio Pajeú, no trecho urbano de Floresta, Pernambuco. Revista Cerrados 19, pp. 56-83. Disponível: <https://doi.org/10.46551/rc24482692202103%20>. Acesso: 23 julho de 2021.
- Amaral, F. C. S. Do. Santos, H. G. Dos. Áglia, M. L. D. Duarte, M. N. Pereira, N. R. Oliveira, R. P. De. Carvalho júnior, w. De, 2004. Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Barros, B. T. Da S.; Baggio, H.; Silva, L. F. A.; Dias, W. P.; Coimbra, A. O.; Viana, D. J. S., 2019. Avaliação geoquímica da água do córrego Quatro Vinténs no município de Diamantina – MG. Revista Cerrados 17, 145-167. Disponível: <https://doi.org/10.22238/rc2448269220191702145167>. Acesso: 19 julho de 2021.

- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2012. Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Brasília: MMA. 488 p. BRASIL.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente – MMA, 2012. Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Diagnóstico do Meio Físico. Mapa Geomorfológico. [Brasília]. Escala Gráfica.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente – MMA, 2012. Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Diagnóstico do Meio Físico. Mapa Pedológico. [Brasília] Escala Gráfica.
- Braz, A. M.; Barros, M. H. De S.; Braz, A. M.; Garcia, P. H. M, 2017. Manejo e capacidade de uso das terras aplicando Geotecnologias na bacia hidrográfica do córrego Lajeado Amarelo – Três Lagoas/MS. *Revista Cerrados* 15, 237-264. Disponível: <https://doi.org/10.22238/rc24482692v15n12017p237a264>. Acesso: 21 julho de 2021.
- Botelho, R. G. M, 1999. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra, A. J. T., Silva, A. Soares da, Botelho, R. G. Machado [org.]. *Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Botelho, R. G. M. Silva, A. S. da, 2004. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Vitte, A. C. Guerra, A. J. T. [org.]. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 153-192.
- Christofolletti, A. A, 1980. Análise de Bacias Hidrográficas. In: Geomorfologia. Editora Edgard Blücher. 2ª ed, São Paulo.
- Coelho Netto, A. L, 2001. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: Guerra, A J.T. Cunha, S. B. da. [org.]. Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. Bertrand Brasil. 4ª ed, Rio de Janeiro, pp. 93-145.
- Costa, L. R. F; Oliveira, V. P. V. de, 2017. Sistemas ambientais e indicadores de desertificação: dinâmica das paisagens semiáridas na sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa. *Ateliê Geográfico* 11, 238–258. Disponível: <https://doi.org/10.5216/ag.v11i2.39633>. Acesso: 15 julho de 2021.
- Dias Nunes, e.; Lima Borba, L, 2018. Avaliação dos efeitos do adensamento urbano na dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas – Aparecida de Goiânia – GO. *Boletim Goiano de Geografia* 38. Disponível: <https://doi.org/10.5216/bgg.v38i2.54617>. Acesso: 15 julho de 2021.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Cidades@. Censo Demográfico 2010. Produto Interno Bruto 2013. Banco de dados digital referente aos resultados dos censos para as cidades brasileiras. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em 20 jul 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. 2007. Manual Técnico de Pedologia. Manuais Técnicos em Geociências. n. 4. 2 ed. Rio de Janeiro.
- Hung, M.N.W.B., Sampaio, T.V.M., Schultz, G.B., Sie Fert, C.A.C., Lange,D.R., Marangon, F.H.S., Santos,I, 2018. Levantamento com veículo aéreo não tripulado para geração de Modelo digital do terreno em bacia experimental com vegetação florestal esparsa. *R.Ra'e Ga* 43, 215-231. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v43i0.56621>. Acesso em 20 jul 2021.
- INSTITUTO GRANDE SERTÃO, 2018. Projeto Meu Rio. Manuscrito fornecido pelo autor. Montes Claros.
- Machado, R. A. S. Lobão, J. S. B. Vale, R. De M. C. Do. Souza, A. P. M. J. De, 2011. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte à definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Curitiba, PR, 30 Abr a 05 mai, 2011. *Anais. INPE*. p. 1441 – 1448. Disponível em <http://marte.dpi.inpe.br/archive.cgi/dpi.inpe.br/marte/2011/07.13.13.39> . Acesso em 20 jul 2021.
- Marinho filho, G. M. Maciel, G. F. Dias, R. R. Magalhães filho, L. N. L. Rezende, C. Da S. A. Figueroa, F. E. V. Oliveira, I de M, 2013. Avaliação de características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Formoso – TO. *Revista Ciências Ambientais* 7, 37 - 48. Disponível em <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/578/880> . Acesso em 20 jul 2021.
- Romano, A. W. Knauer, L. G. Costa, R. D. Da. Jonsew, H. C. Vasconcelos, R. A. C, 2015. Carta Geológica. Folha São João da Ponte. Articulação SD 23 - Z – C – V. Escala 1:100.000. Belo Horizonte.
- Sá Júnior, A. de, 2009. Aplicação da Classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado

- de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Lavras, Universidade Federal de Lavras.
- São miguel, A. . E.; Medeiros, R. B. .; Gomes, W. M, 2018. Emprego do Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na avaliação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Pedro, Santa Rita do Pardo/MS. *Revista Cerrados* 16, 31-50, 12 nov. Disponível em <https://doi.org/10.22238/rc24482692201816023150> . Acesso em 19 jul 2021.
- Sampaio, A. C. P; Bastos, F. H.; Cordeiro, A. B. N, 2018. Técnicas de análise de multicritério aplicadas à modelagem do escoamento superficial na bacia do Rio Mundaú, Ceará, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia* 38, 646–666. Disponível em <https://doi.org/10.5216/bgg.v38i3.56363> . Acesso em 20 jul 2021.
- Santos, A. M. Dos. Targa, M dos S. Batista, G. T. Dias, N. W, 2012. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água* 7, 195-211. Disponível em <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945> . Acesso em 18 jul 2021.
- Schafer, A. G.; Branco, V. T. A, 2019. Um estudo acerca das alterações no uso e na cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Negro-RS-Brasil entre 1977 e 2016. *Boletim Goiano de Geografia* 39, 1–20. Disponível em <https://doi.org/10.5216/bgg.v39i0.55354> . Acesso em 23 jul 2021.
- Silveira, A. L. L. da, 2004. Ciclo Hidrológico e a Bacia Hidrográfica. In: Tucci, Carlos E. M. [org.]. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Editora da UFRGS/ABRH. Porto Alegre.
- Simões Santos, M.; Baggio Filho, H.; Araújo, A. D.; Freitas, M. De O.; Costa, T. M. Da.; Horn, A. H, 2018. Análise da concentração e distribuição de metais pesados na água do Rio das Velhas entre a cidade de Várzea da Palma e o distrito de Barra do Guaicuí—MG. *Revista Cerrados* 16, 130-158. Disponível em <https://doi.org/10.22238/rc2448269220171601130158> . Acesso em 23 jul 2021.
- Souza, D. F. De; Gonzalez, G. D. D.; Teixeira Filho, J, 2019. Variação temporal do índice de vegetação normalizada como ferramenta de identificação dos açudes na bacia hidrográfica do Ribeirão das Cabras. *Revista Cerrados* 17, 222-239. Disponível em <https://doi.org/10.22238/rc2448269220191701222239> . Acesso em 14 jul 2021.
- Stipp, N. A. F. Campos, R. A. Caviglione, J. H, 2010. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. *Revista Portal da Cartografia*. 3. Disponível em <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/8929> . Acesso em 14 jul 2021.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. 2010. Universidade Federal de Lavras – UFLA. Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais.: FEAM, Belo Horizonte.