

## **AJUSTE E ATUALIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PITANGA**

Rony Felipe Marcelino Corrêa<sup>1</sup>

Erich Kellner<sup>2</sup>

Fábio Noel Stanganini<sup>2</sup>

### **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

#### ***Resumo***

A bacia hidrográfica é uma unidade primordial para estudos de planejamento ambiental e fundamental para a gestão de recursos hídricos. A rede de drenagem, como estrutura integrante e delimitadora de uma bacia, requer maior atenção em estudos de caracterização hidrogeomorfométrica, considerando que sua correta identificação e caracterização são essenciais para o planejamento de uso e ocupação do solo em determinada região. A presente pesquisa foi desenvolvida na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pitanga, a qual abrange os municípios mineiros de Inconfidentes, Bueno Brandão e Ouro Fino, e tem como objetivo realizar o ajuste e atualização da sua rede de drenagem. Para desenvolvimento da pesquisa, utilizaram-se ferramentas de geoprocessamento e cartografia digital. Como resultado, foi possível identificar e corrigir discrepâncias entre as diferentes fontes de dados contribuindo assim com maior precisão nos dados da caracterização da bacia hidrográfica da presente pesquisa.

**Palavras-chave:** geoprocessamento, hidrologia, recursos hídricos.

---

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia Urbana – PPGEU, Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, [eng.ronycorrea@gmail.com](mailto:eng.ronycorrea@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos, SP, Departamento de Engenharia Civil – DECiv/, [erich.kellner@ufscar.br](mailto:erich.kellner@ufscar.br); [fstanganini@ufscar.br](mailto:fstanganini@ufscar.br).



## INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser definida como uma área de captação natural de água precipitada, convergindo o escoamento para um único ponto de saída (SILVEIRA, 1993). É um sistema bem delimitado espacialmente e essencial para avaliação de processos de degradação ambiental (CRISPIM; SOUZA, 2016; FREITAS, 2020), representando a unidade mais apropriada para estudos qualitativos e quantitativos de recursos hídricos (PIRES; SANTOS; PRETTE, 2002)

Nesse sentido, o conhecimento dos mecanismos que controlam as bacias hidrográfica, bem como sua rede de drenagem, é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos (LOMBANA; MARTÍNEZ-GRAÑA, 2021).

A caracterização física de bacias hidrográficas é imprescindível para compreender e avaliar sua dinâmica, possibilitando o planejamento ambiental de determinada área e propiciando a avaliação de mananciais e degradação potencial (SANTOS; MONTEIRO, 2019; SANTOS et al., 2018).

As propriedades hidrogeomorfológicas de uma bacia hidrográfica podem ser obtidas tanto de forma manual quanto semiautomática, com auxílio de imagens de sensoriamento remoto, carta topográfica, Modelo Digital de Elevação (MDE), softwares de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e seus complementos (ALVES SOBRINHO et al., 2010; AYACHE et al., 2018; BOSQUILIA et al., 2015; CORREA et al., 2017; MENDES, 2018; SENTURIÃO; ESQUERDO, 2012).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pitanga é um importante componente ecossistêmico local que afeta diretamente a vida das pessoas que habitam sua área. A qualidade de vida das comunidades rurais e urbanas dependem da gestão eficiente dos seus recursos hídricos e de políticas de uso e ocupação do solo

A rede de drenagem é importante aspecto a ser considerado e estudado para garantir eficiente monitoramento preventivo contra eventuais eventos perigosos. A atualização e ajuste da rede de drenagem existente na bacia é fundamental para uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivos ajustar e atualizar a rede de

Realização



drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Pitanga, gerada de forma semiautomática, através de ferramentas de geoprocessamento, tais como, Modelo Digital de Elevação (MDE), usando técnicas de processamento de dados topográficos e hidrológicos para melhorar a precisão dos modelos hidrológicos e de fluxo de água e analisar aspectos hidrológicos da bacia antes e após atualização.

Espera-se que a pesquisa possa contribuir para a elaboração e gestão de políticas públicas mais efetivas relacionadas aos recursos hídricos e desenvolvimento sustentável na bacia hidrográfica.

## METODOLOGIA

A área de estudo compõe a BHRP, a qual abrange os municípios de Inconfidentes, MG, Ouro Fino, MG e Bueno Brandão, MG (Figura 1), e está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. O Ribeirão Pitanga tem sua nascente no município de Bueno Brandão, sendo que esse curso d'água é responsável pelo abastecimento de água do município de Inconfidentes, MG.

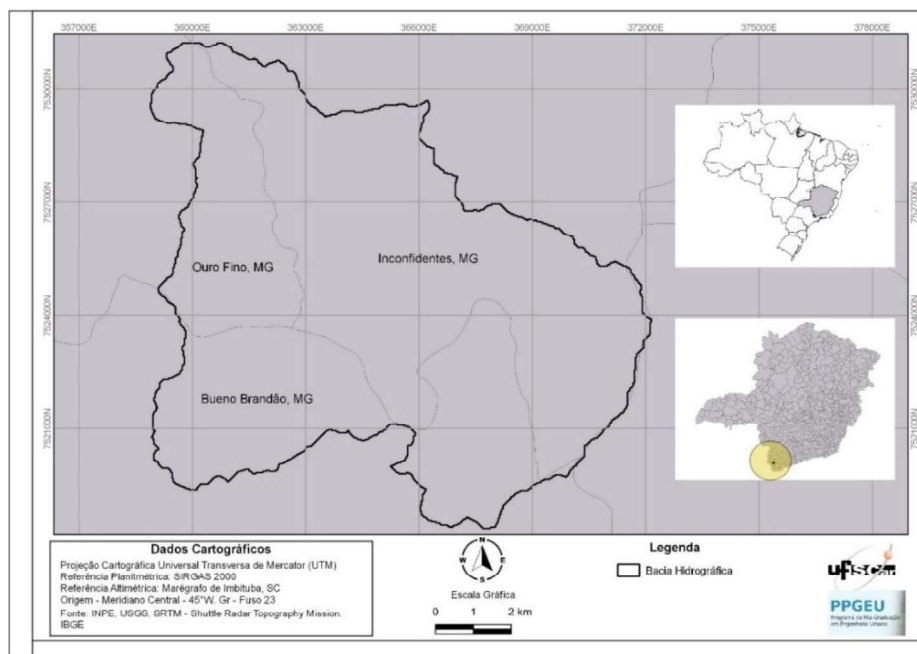


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no Sul de Minas Gerais, Brasil.

Fonte: autor (2023).

Realização



Inconfidentes, MG está localizado no extremo sul do estado de Minas Gerais, fazendo divisa territorial com os municípios de Ouro Fino, Bueno Brandão, Bom Repouso, Tocos do Moji e Borda da Mata. Tem população estimada em 7.387 pessoas (IBGE, 2021), está localizado a uma altitude média de 860m, e apresenta clima quente e temperado, com classificação Cfb de acordo com Koppen e Geiger, com 19,5 C° de temperatura média, pluviosidade média anual de 1875mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). Atividades agropecuárias estão presentes no município desde o início do século passado com a criação de uma colônia agrícola de imigrantes estrangeiros em 1910 e com a implantação de um patronato agrícola em 1920 (IBGE, 2021) – hoje atual Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Inconfidentes, MG.

Bueno Brandão tem uma população estimada de 10.982 habitantes (IBGE, 2022), com uma altitude média de 1184m, e apresenta clima quente e temperado, classificado com Cfa, segundo Koppen e Geiger, com temperatura média de 19,8C° e com média anual de pluviosidade de 1753mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2022).

Ouro Fino tem uma população estimada de 33.938 habitantes (IBGE, 2021). O município possui clima quente e temperado, classificado Cfa de acordo com Koppen e Geiger, possui temperatura média de 20C° e pluviosidade média anual de 1875mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). É uma das cidades mais antigas da região, povoada por volta de 1746 com a chegada dos bandeirantes no sul de Minas Gerais e leste de São Paulo (IBGE, 2021).

Os três municípios em que a área de estudo está inserida são de pequeno porte, sendo que as principais atividades econômicas da região estão relacionadas à agropecuária com forte presença da agricultura familiar, e destaque à produção de café, e também à pecuária leiteira e de corte.

Com relação ao ajuste e atualização da rede de drenagem, o vetor da rede de drenagem gerado de forma automática a partir do MDE apresenta algumas imprecisões durante a definição de caminhos preferenciais realizadas pelo algoritmo, o que resulta em vetores que não representam de forma precisa os canais de drenagem. Da mesma forma, a rede de drenagem apresentada em cartas topográficas também não representa com precisão a realidade devido às alterações naturais do relevo e às intervenções antrópicas ocorridas

Realização



ao longo dos anos.

Desse modo, realizou-se ajuste e atualização do sistema de drenagem gerado na etapa anterior a fim de representar com mais precisão os vetores dos canais de drenagem presentes na BHRP. Utilizaram-se os seguintes materiais:

- ✓ MDE, disponibilizado gratuitamente pelo INPE, derivado de dados da *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS).
- ✓ Carta Topográfica do IBGE, folha Ouro Fino SF-23-Y-B-I-3, primeira edição 1972, escala 1:50.000, Projeção Universal Transversa de Mercator, Datum vertical marégrafo Imbituba, SC, datum horizontal Córrego Alegre, MG.
- ✓ Imagens do satélite *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS) 4A Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), ortorretificada, nível L4, do dia 10 de julho de 2021.
- ✓ Imagens de satélite de alta resolução disponíveis pelo Google Earth acessadas por meio do plugin do google no QGIS. Utilizadas apenas para conferência e auxílio visual, visto que não possuem definição cartográfica clara.

Para análise, realizou-se sobreposição da camada vetorial da rede de drenagem gerada a partir do MDE, da imagem geotiff da carta topográfica da região de estudo, das imagens fusionadas do satélite CBERS 4A com 2 metros de resolução espacial e de imagens de satélite de alta resolução do Google Earth.

Com a sobreposição foi possível verificar, corrigir e atualizar inconsistências na rede de drenagem apresentadas nos vetores obtidos a partir do MDE e carta topográfica da região de estudo.

Os procedimentos de ajuste foram realizados com método visual e manual, observando e corrigindo o posicionamento dos vetores dos canais de drenagem por meio da ferramenta vértice do QGIS com auxílio das imagens de satélite de alta resolução atualizadas.

As escalas dos materiais utilizados são diferentes, visto que alguns dados disponíveis não atendem a realidade local.

Realização



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O geoprocessamento do MDE da área de estudo gerou a rede de drenagem da BHRP (Figura 2) com 92,5 km de comprimento total dos canais de drenagem, e com aproximadamente 45 pontos de nascente.

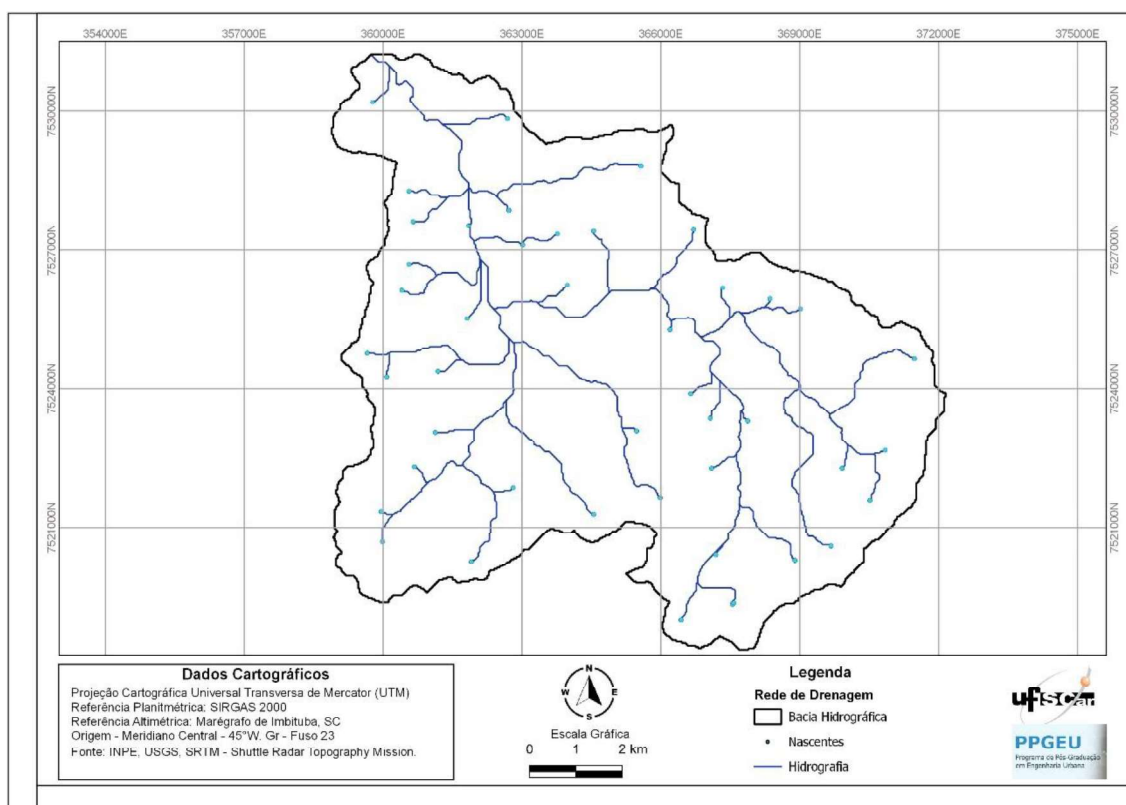


Figura 2. Rede de drenagem da BHRP gerados através do MDE totalizando 92,5 km

Fonte: autor (2023)

Após a geração da imagem, procedeu-se avaliação da rede de drenagem gerada comparando a camada vetorial dos canais com a carta topográfica da região e com imagens de satélite de alta resolução.

Com da sobreposição do vetor da rede de drenagem gerado a partir do MDE da área de estudo, das imagens de satélite e da carta topográfica, foi possível verificar inconsistência no posicionamento dos vetores dos canais da BHRP e ajustá-los, conforme

### Realização



ilustrado no recorte de um determinado trecho da área de estudo na Figura 3.

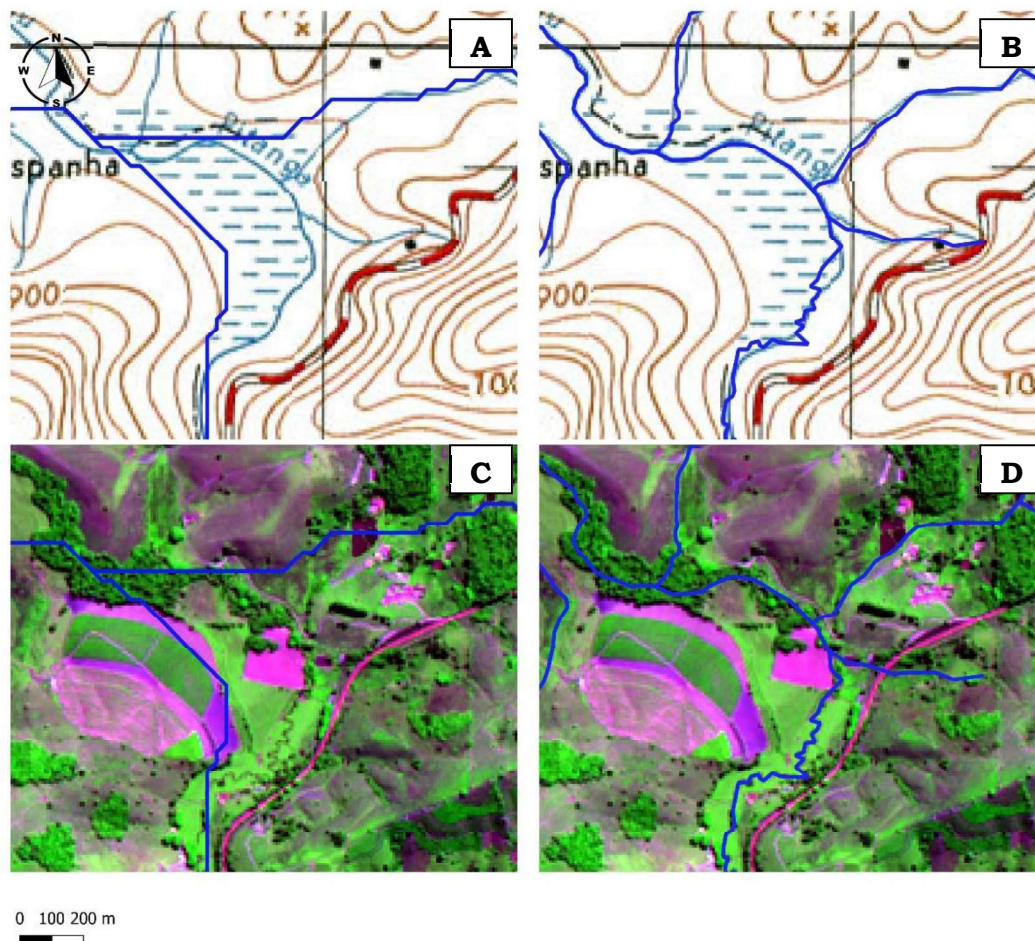


Figura 3. Ajuste da rede de drenagem: carta topográfica com vetor gerado pelo MDE (a); carta topográfica com vetor ajustado (b); imagem do CBERS 4A com vetor gerado pelo MDE (c); imagem do CBERS 4A com vetor ajustado (d).

Fonte: autor (2023).

Na Figura 3, imagens A e C, observa-se o vetor da rede de drenagem passando fora da área apontada pela carta topográfica, e pela mata ciliar e pelos meandros do Ribeirão Pitanga identificados por intermédio da imagem de satélite. Pode-se observar também que o ajuste possibilitou o estabelecimento de mais canais de drenagem que não foram gerados por meio do MDE, ilustrados pelas imagens B e D.

A utilização simultânea de cartas topográfica e de imagens de satélite contribuíram

Realização



para verificar e corrigir as inconsistências no posicionamento geográfico dos canais de drenagem da BHRP. Foi possível observar que em alguns locais o curso de água foi alterado ao longo do tempo e não mais corresponde com exatidão o que é apresentado na carta topográfica. Nesse sentido, as imagens de alta resolução atuais foram de grande importância para as alterações e contribuíram de forma significativa com melhor precisão das informações de caracterização da área de estudo.

Os vetores obtidos pelo MDE foram eficazes para orientação do ajuste da rede de drenagem, uma vez que os vetores dos canais do rio principal foram traçados em toda extensão da bacia hidrográfica e apresentaram boa relação com o traçado apresentado pela carta topográfica. Entretanto ajustes foram necessários em toda rede de drenagem para fornecerem maior precisão.

Com o ajuste (Figura 4), o comprimento total dos canais passou de 92,5 para 215,3 km (aumento de 132%), o comprimento do rio principal passou de 21 km para 25 km (aumento de 19%) e o número de nascentes de 45 para 172 unidades (aumento de 282%). A ordem do rio principal também foi alterada passando de 4ª para 5ª ordem.

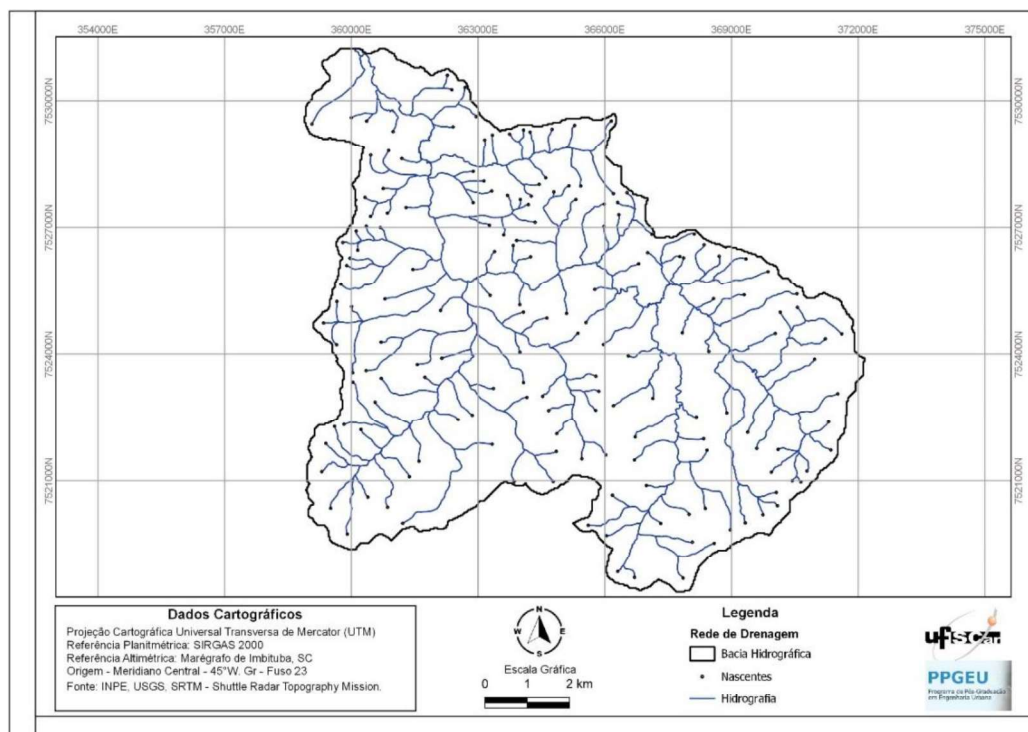


Figura 4. Rede de drenagem da BHRP ajustada e atualizada.

Fonte: autor (2023).

Realização





## CONCLUSÕES

As alterações geológicas ocorridas naturalmente ao longo dos anos, as alterações antrópicas provocadas na região, ou até mesmo a dinâmica natural da rede de drenagem na bacia hidrográfica, fazem com que seja necessário a realização de atualização em material cartográfico gerado no século passado.

A geração da rede de drenagem de forma semiautomática apresenta algumas imprecisões que podem interferir em estudos e análises que requerem maior precisão, portanto necessitam de ajustes manuais. Além disso, a integração de dados em diferentes escalas gera erros e distorção de informações.

Com a atualização e ajuste da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pitanga foi possível observar a alteração geográfica de alguns cursos de água.

A utilização conjunta entre cartas topográficas e imagens de satélite de alta resolução, acessíveis e disponíveis de forma gratuita, tende a contribuir para mitigar incertezas e melhorar a precisão de estudos em bacias hidrográficas.

A presente pesquisa torna-se fundamental para a gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica, gerando mais certezas à realidade local e aos estudos futuros de planejamento ambiental.

## AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

Realização



## REFERÊNCIAS

ALVES SOBRINHO, T. et al. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 46–57, 2010.

AYACHE, A. et al. Hydrographic network extraction and watersheds delimitation software of the South Oran (North Wester Algeria). **Journal of Fundamental and Applied Sciences**, v. 10, n. 1, p. 35, 2018.

BOSQUILIA, R. W. D. et al. Comparação entre Métodos de Mapeamento Automático de Rede de Drenagem Utilizando SIG. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 445–457, 2015.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 15 set. 2022.

CORREA, N. F. et al. Obtenção de MDE corrigido para delimitação de bacia hidrográfica com auxílio de geotecnologias livres. **Anuario do Instituto de Geociencias**, v. 40, n. 1, p. 217–225, 2017.

CRISPIM, A. B.; SOUZA, M. N. Degradação, impacto ambiental e uso da terra em bacias hidrográficas: o contexto da bacia do Pacoti/CE. **ACTA Geográfica**, v. 10, p. 17–33, 2016.

FREITAS, A. R. Degradação ambiental na bacia hidrografica do Rio das Antas, Sudeste do Paraná: análise quantitativa e qualitativa mediante a utilização da metodologia IDA. **Revista GEOgrafias**, n. 2005, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Conheça Cidades e Estados do Brasil**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2 maio. 2022.

LOMBANA, L.; MARTÍNEZ-GRAÑA, A. Multiscale hydrogeomorphometric analysis for fluvial risk management. Application in the Carrión river, Spain. **Remote Sensing**, v. 13, n. 15, 2021.

MENDES, A. T. Delimitação da bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio pela ferramenta de delimitação automática TauDEM. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 973–987, 2018.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. DOS; PRETTE, M. E. DEL. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográ- fica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Eds.). . **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p. 17–35.

Realização



SANTOS, J. E. B. DOS; MONTEIRO, K. DE A. Caracterização Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Coruripe, Alagoas. **Geografia Física e as Mudanças Globais**, p. 1–11, 2019.

SANTOS, G. O. et al. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, p. 17, 2018.

SENTURIÃO, A. C. O.; ESQUERDO, J. C. D. M. Atualização e ajustes da rede de drenagem da Bacia do Rio APA/MS, utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, p. 554–560, 2012.

SILVEIRA, A. L. L. DA. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Ed.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH: EDUSP, 1993. p. 943.

Realização

