

**Aplicações em sensoriamento remoto e análise ambiental:  
Caracterização geomorfométrica digital do relevo na bacia hidrográfica  
do Ribeirão das Cruzes, Selvíria/MS.**

**Alisson Rodrigues Santori**

Doutorando, UFMS, Brasil.  
rodriguessantori@hotmail.com

**Patricia Helena Mirandola Garcia**

Professora Doutora, UFMS, Brasil.  
patriciaufmsgeografia@gmail.com

**José Candido Stevaux**

Professor Doutor, UFMS, Brasil.  
josecstevaux@gmail.com

## RESUMO

O presente estudo propõe descrever a estruturação morfológica e geográfica e relatar a análise morfométrica do relevo em um recorte de planejamento ambiental, utilizando-se amplamente de técnicas de geoprocessamento, e com apoio da teoria sistêmica. O objetivo principal é processar dados do relevo em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e contribuir com o banco de dados das características de diferentes variáveis geomorfométricas locais. Deste modo, a base teórica desta pesquisa pressupõe a utilização da Teoria Geral dos Sistemas, baseando-se em seus conceitos para compreender a estruturação morfológica do relevo nos diferentes níveis, além da condição das formas de relevo e suas classificações. Este estudo de caso se aplica metodologicamente, definindo a categoria relevo como uma parte componente ambiental de direta e vital interação com os demais recursos e componentes dinâmicos, principalmente considerando o sistema ambiental como um todo. Neste estudo, o sistema ambiental é tido como a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Desta forma, para a análise ambiental do relevo, a metodologia consiste no pré-processamento e o processamento dos dados de modelagem digital do terreno baseados em registro de radares de abertura sintética (SAR). Por meio destes, pode-se obter diferentes características, a partir da metodologia de extração de variáveis geomorfométricas, que são o conjunto de variáveis passíveis de medição do terreno. Os resultados devem revelar cartograficamente a dinâmica e morfologia estrutural do relevo, observando parâmetros importantes de configuração do relevo, concluindo, assim, com a apresentação e correlação da dinâmica das formas de relevo em todo o sistema ambiental considerado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Modelo Digital de Elevação. Morfometria.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos e análises ambientais (gerais ou complexas) devem integrar a caracterização de diferentes elementos e componentes geográficos naturais. A interpretação do relevo é um importante componente geográfico e interessante indicador de processos dinâmicos atuantes no sistema ambiental. O Brasil apresenta uma enorme variedade de compartimentações de relevo, criados por processos internos e externos. Suas formas integram uma série de variáveis e parâmetros, além das formações geológicas e geomorfológicas que compõem o território nacional.

A proposta deste breve estudo de caso visa identificar e analisar, a partir de levantamento e extração de dados, as formas de relevo, seus parâmetros e a sua influência na dinâmica ambiental de uma bacia hidrográfica. Os procedimentos realizados podem colaborar diretamente para mensuração de transformações do relevo no ambiente e no sistema (ROSS, 1991; TONELLO et al., 2006).

A realização da análise ambiental por meio de parâmetros obtidos no Modelo Digital de Elevação (MDE) fornece um retrato da evolução geomorfológica e das alterações e impactos causados no sistema ambiental por meio da utilização e da exploração dos recursos naturais (ROBAINA et al., 2010; FERNÁNDEZ et al., 2012; TINÓS et al., 2014). A metodologia utilizada consiste na leitura do modelado do relevo no recorte da bacia hidrográfica. Os passos para realizar este estudo estão pautados no uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). E para tanto, considera-se a interação das características geomorfométricas da área com os demais tipos de elementos que compõem a paisagem local (FORNELOS; NEVES, 2007).

Os levantamentos de dados morfométricos e os padrões de relevo colaboram dando base para planos de gestão e manejo integrado de áreas economicamente e ambientalmente importantes. Os dados obtidos podem ser utilizados para propor pesquisas e intervenções que prezem pela orientação de usos racionais dos recursos e pelo respeito aos processos ecológicos do recorte natural selecionado (MUÑOZ, 2009; OLIVEIRA et al, 2010).

Os parâmetros utilizados fornecem dados diretos relacionados a determinados processos da dinâmica superficial do terreno, e revelam fenômenos pouco perceptíveis que estão intrinsicamente ligados à forma e ao modelado do relevo, bem como às formações morfológicas da área (NARDIN; ROBAINA, 2005; TRENTIN; SANTOS; ROBAINA, 2012).

Os parâmetros morfométricos identificados e apresentados neste estudo são relativos às características de hipsometria da área amplitude altimétrica, taxas de declividade, relevo sombreado e orientação preferencial das vertentes (VALERIANO, 2008; MUÑOZ; VALERIANO; WEILL, 2011). A extração de cada uma das variáveis ocorre por meio da utilização de técnicas de tratamento e processamento dos dados contidos no Modelo Digital de Elevação (MDE) da área. Logo, é possível realizar tal ato via diversas ferramentas específicas de processamento digital do relevo baseadas em SIG (VALERIANO, 2003). Para este estudo, optou-se pela utilização de um software livre e de código aberto, neste caso a versão do QGIS 3.6 Noosa® e alguns de seus mais importantes complementos de geoprocessamento.

O objetivo principal é produzir um levantamento das características apresentadas pelo relevo local e colaborar, desta forma, com o fortalecimento do banco de dados geográfico da bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes (Selvíria/MS). Igualmente, espera-se corroborar com o fornecimento de bases para correlações com estudos futuros que analisem outras variáveis do sistema.

Por fim, a caracterização da forma, a disposição e a orientação do relevo apontam, entre outros elementos, para conformação básica da estrutura da paisagem. Também é apontada a influência compreendida no sistema ambiental e na organização das atividades sociais e econômicas (tanto no espaço urbano quanto no rural). Assim, compreender a estrutura morfológica e morfométrica do relevo pode revelar características inerentes à paisagem e em toda sua dinâmica evolutiva.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo principal deste estudo define-se na aquisição de informações utilizando estruturas conceituais e práticas da análise ambiental. Sua definição também se dá pela extração de parâmetros em modelos digitais geomorfométricos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Cruzes (BHRC), Selvíria/MS.

Pretendeu-se aplicar algumas técnicas práticas de geoprocessamento em sistemas de informações geográficas (SIG). E assim, os objetivos complementares são a base e a consequência destes levantamentos, reforçando a importância dos dados públicos sobre o ambiente.

Um desses objetivos trata-se da produção e complementação de informações para um banco de dados geográfico primário do município. Tais informações sevem também para embasar análises em outras bacias hidrográficas da região.

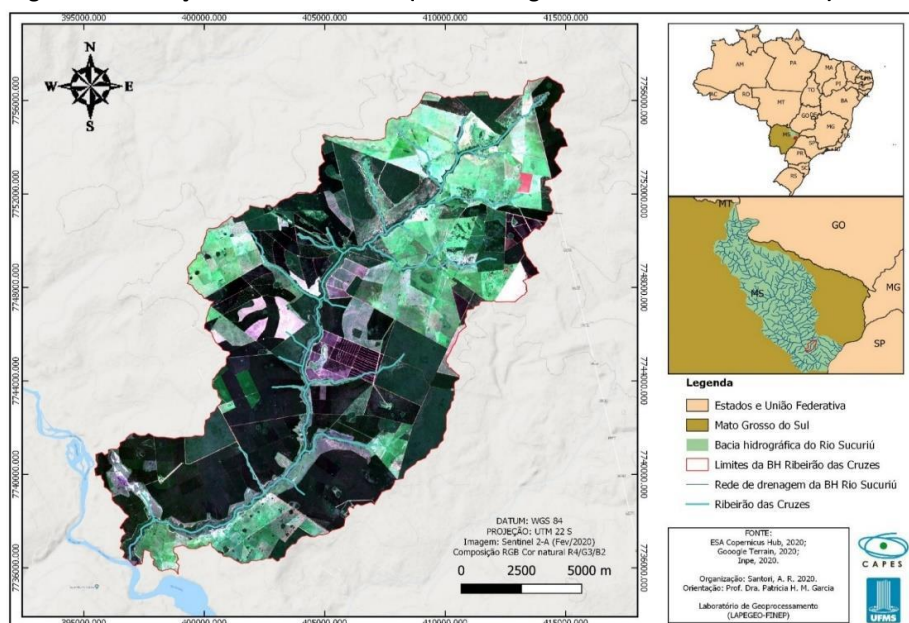
Este trabalho foi aplicado com intenção de indicar informações espaciais que podem ser gerenciadas e processadas por recursos em um SIG. E isso envolve ferramentas de aquisição de dados (sensores) e formas de representação qualitativa e quantitativa das variáveis trabalhadas.

## 3 METODOLOGIA

A área selecionada para este estudo de caso e a aplicação das técnicas de aquisição de dados do relevo foi a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Cruzes (BHRC), área de aproximadamente 212 km<sup>2</sup>, localizada entre as coordenadas 20° 15' 36" S; 20° 30' 33" S e 52° 05' 05" W; 51° 45' 58" W, amplitude de altitude entre 275 e 455 metros e média de 365 metros. O canal é da magnitude de 3ª ordem e afluente direto da margem esquerda do Rio Sucuriú.

Na Figura 1, a BHRC pode ser observada a partir do seu contexto de localização na região leste do estado do Mato Grosso do Sul e a sua posição em relação ao subsistema, que é a unidade hidrográfica de maior hierarquia (Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú).

**Figura 1: Localização Da área de estudo (Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Cruzes).**



Fonte: AUTORES, 2020.

A principal ferramenta utilizada nesta metodologia consiste na reprodução de técnicas e processos de tratamento e extração de dados ambientais, tendo como principal apoio o uso de elementos das Geotecnologias. Neste estudo, foi primordial a utilização das bases do Sensoriamento Remoto por sensores ativos via base de dados *raster* adquirida no imageamento sub-orbital por Radares de Abertura Sintética (SAR).

A intrínseca relação entre componentes altimétricos e os demais componentes do sistema ambiental pode ser exemplificada em processos superficiais e subsuperficiais. Deste modo, estes parâmetros servem de base para diversas correlações entre outros fatores e variáveis da natureza (MUÑOZ, 2009).

Todos os produtos almejados neste estudo consistem em características do modelado do relevo, e podem ser extraídos de arquivos baseados em imagens *raster* conhecidos como Modelos Digitais de Elevação (MDE). A acurácia dos dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*, ou em português, Missão Topográfica de Radar *Shuttle*) já foi reafirmada por diversos trabalhos sob variados contextos ambientais de aplicação (VALERIANO, 2004; FORNELOS;

NEVES, 2007; VALERIANO, 2008; MUÑOZ; VALERIANO; WEILL, 2011; OLIVEIRA et al., 2010; ROBAINA et al., 2010; FERNÁNDEZ et al., 2012).

Os dados de MDEs geralmente são disponibilizados em formatos de arquivos que podem ser abertos e trabalhados em diferentes ambientes de geoprocessamento. O MDE consiste em uma reprodução digital do modelado do terreno nas suas diferentes formas, integrando informações numéricas do relevo em metros e dados topográficos em determinadas escalas (VALERIANO, 2003; VALERIANO, 2008).

A execução destas técnicas foi baseada na ampla utilização de recursos e algoritmos disponíveis em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), neste caso específico, optou-se pela utilização do software livre e gratuito QGIS 3.6 Noosa<sup>®</sup>.

A metodologia parte da utilização de técnicas de geoprocessamento para realizar o tratamento das informações de relevo baseadas no arquivo *raster* MDE. A quadrícula foi obtida no banco de dados TOPODATA/INPE denominada “20S535ZN”, que recobre a totalidade da bacia hidrográfica em estudo.

As etapas de pré-processamento seguiram a metodologia apresentada por Sobrinho et al (2010). E foram realizadas as correções do *raster*, o recorte, e a reprojeção de coordenadas. Também foi realizada a aplicação dos algoritmos de delimitação e extração da rede de drenagem e limites da bacia hidrográfica. Para obtenção de variáveis mais específicas (ex: *slope*/declividade) aplicou-se certas ferramentas de análise do terreno em dados matriciais.

### 3.1 HIPSOMETRIA

Consiste em um dado de altimetria com a definição de altura do terreno em relação ao nível do mar. Esta técnica é comumente utilizada para obtenção da representação gráfica da altitude do terreno. A hipsometria, portanto, corresponde à definição das classes ou valores de altitude em determina unidade horizontal no espaço, sendo este fenômeno representado pelas cotas altimétricas (VALERIANO, 2003).

As cotas variam dentro de uma amplitude definida pelo modelado da superfície. A amplitude altimétrica é um dos principais dados fornecidos pelo MDE, e a ela correspondem às informações de altitude mínima, média e máxima do terreno (amplitude altimétrica). Sua análise pode ser feita pela simples mudança na configuração do *raster*, com a atribuição de uma nova simbologia no SIG utilizado. Assim, pode-se classificar intervalos de classes e atribuí-los gradientes de coloração para interpretação visual do dado.

### 3.2 DECLIVIDADE

As classes de declividade compõem um gradiente em que se baseiam as razões da variação altimétrica ou variação de cota. Os valores de declividade permitem a análise da ondulação do relevo, e a partir da análise das declividades, é possível a identificação das inclinações das vertentes de uma bacia hidrográfica (RECKZIEGEL; ROBAINA, 2006).

Para extrair os dados de declividade da área, é preciso utilizar a ferramenta de análise de dados *raster* “Declividade”, que pode ser feita pelo algoritmo GDAL (versão 2.4.1). Um dos pontos importantes para esta variável é a chance de identificar grandes e abruptas variações ao

longo do terreno. Logo, também é importante selecionar um conjunto de cores que se adequem melhor à representação das porcentagens de declividade da área.

Após a extração dos dados, optou-se por vetorizar a informação obtida, a fim de extrair outros dados quantitativos de ocupação das declividades. O mesmo procedimento foi executado para a carta hipsométrica.

### 3.3 RELEVO SOMBREADO

A imagem sombreada do relevo representa o mapeamento dos valores de cota do MDE aplicado em de nível cinza. Este parâmetro indica as condições de iluminação ou a direção dos iluminantes do relevo a partir do modelo digital. A variável relevo sombreado constitui-se em modelos sombreados de sobreposição tridimensional de topografias e da rugosidade do terreno (HORN, 1981).

A composição do sombreado do relevo pode ser realizada através da utilização da ferramenta “Sombreado” do complemento de análise *raster* do terreno. Para extração do relevo sombreado, é necessário indicar os valores de ângulo horizontal (azimute) e vertical. E neste estudo, foi escolhida a direção de 50º, que também corresponde ao ângulo de iluminação (CONCEIÇÃO; SILVA, 2013; TINÓS et al., 2016).

### 3.4 ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES

A orientação da vertente do terreno compõe uma variável importante relacionada a iluminação do terreno (VALERIANO, 2003). A relação geométrica de exposição da superfície das vertentes e do terreno pode ser indicada na forma de um compartimento de direção. Isso porque a representação da estrutura de relevo assume sua orientação em alguma direção geográfica em oitantes.

A orientação de vertentes (também chamada exposição ou direção) é definida como o ângulo azimutal correspondente à maior inclinação do terreno no sentido descendente, e é expressa em graus, de 0º a 360º (OLIVEIRA, 1984).

Para produzir esta variável contida no MDE, o SIG necessita de uma ferramenta de análise e cálculo das vertentes do terreno, para, então, indicar a inclinação em sentido descendente do relevo e sob esquemas geométricos. Para extração deste dado no SIG utilizado, bastou acessar o complemento de análise *raster* do terreno por meio da ferramenta “Aspecto” ou da ferramenta “Slope.Aspect” no algoritmo GRASS GIS (versão 7.6.1).

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos consistem nos dados e informações anteriormente relacionados pela análise de alguns dos parâmetros morfométricos do relevo, utilizando, assim, o Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia hidrográfica do Ribeirão das Cruzes, Selvíria/MS.

Os parâmetros obtidos refletem no cálculo das derivações de relevo locais, como a hipsometria, declividade, orientação de vertentes e outros parâmetros. Cada parâmetro foi

estabelecido conforme a exploração da sequência de passos e da base conceitual apresentada na metodologia.

O primeiro dado do relevo obtido como resultado foram as cotas altimétricas e os valores de amplitude altimétrica. Este dado foi mensurado através da construção da carta hipsométrica. Para organização da tabela que apresenta a quantificação das áreas, o intervalo de classes determinado foi de 20 metros.

A tabela 1 apresenta detalhes dos parâmetros de altimetria ou hipsometria da BHRC, relacionando suas características principais e a ocupação em área (km<sup>2</sup>) e em porcentagem (%).

**Tabela 1: Cotas altimétricas do modelo digital de elevação e características locais.**

<b>Classes (20m)</b>	<b>Característica do relevo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
275-294	Áreas predominantemente planas próximas ao canal principal e as áreas de várzea (Planície Fluvial).	2.618,5	1
295-314	Áreas predominantemente planas próximas ao canal principal e as áreas de várzea (Planície Fluvial).	16.398,7	8
315-334	Áreas predominantemente planas próximas ao canal principal e as áreas de várzea (Planície Fluvial).	23.300,1	11
335-354	Áreas predominantemente planas próximas ao canal principal e as áreas de várzea (Planície Fluvial).	37.930,3	18
355-374	Áreas de relevo mais ondulado circundando as nascentes menores ao longo do canal.	47.023,8	22
375-394	Áreas de relevo mais ondulado circundando as nascentes menores ao longo do canal.	44.296,8	21
395-414	Áreas de relevo mais ondulado circundando as nascentes menores ao longo do canal.	27.780,6	13
415-434	Áreas mais elevadas e dissecadas em faixas de divisores de águas e topos de morros	10.979,7	5
435-455	Áreas mais elevadas e dissecadas em faixas de divisores de águas e topos de morros	1.705,8	1
<b>Total</b>		<b>212,3</b>	<b>100</b>

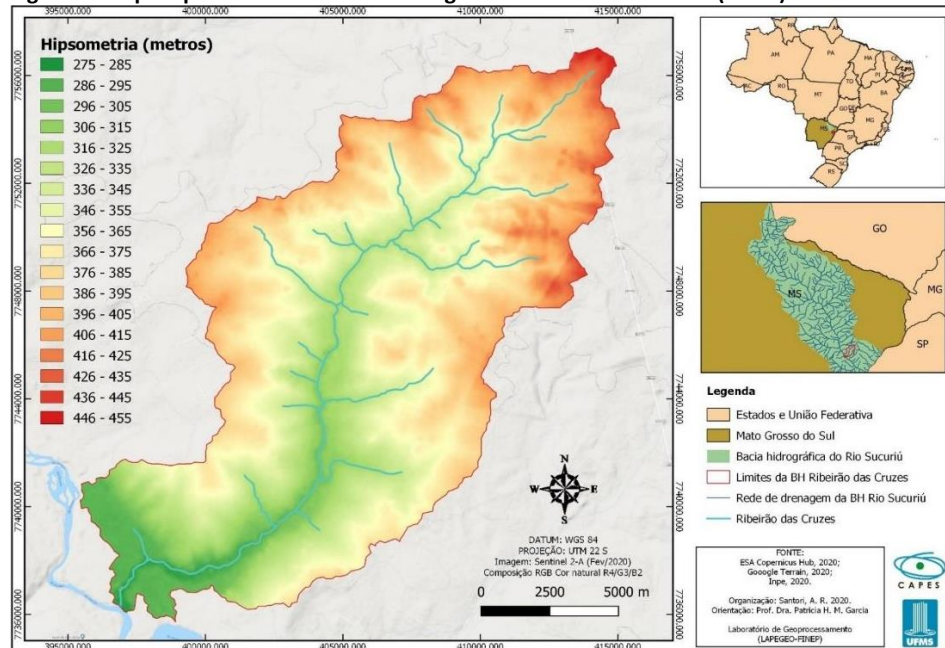
Fonte: AUTORES, 2021.

A altitude do recorte feito no MDE para a BHRC varia sua amplitude entre 275m e 455m. A maior parcela da área está condicionada entre faixas de altitudes em 335 a 394 metros (61% da BHRC). O mapa hipsométrico é um dado do relevo em forma de imagens da altitude da área.

As maiores altitudes foram registradas nas regiões norte e nordeste da bacia, com valores que variam entre 415 e 455 metros (6% da BHRC). As áreas mais rebaixadas distribuíram-se preferencialmente próximas ao leito principal do Ribeirão das Cruzes e na região sul da bacia, se concentrando em valores entre 275 e 315 metros (9% da BHRC). As cotas com maior frequência no relevo local são as que correspondem a faixa de 355 a 374 metros (22% da BHRC), espalhadas em áreas amplas de médias vertentes e topos rebaixados.

Na representação da carta hipsométrica, foram definidos intervalos maiores com 10 metros em cada classe visando produzir maior e mais marcante detalhamento da variação altimétrica. O resultado obtido pode ser observado nas informações e características da carta hipsométrica (Figura 2).

**Figura 2: Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Cruzes (BHRC).**



Fonte: AUTORES, 2021.

Passando para variável declividade, elemento que representa o aspecto da rugosidade do relevo na área, o conjunto de classes obtidos como resultados seguem a estrutura, os critérios e as definições das características do relevo adotadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999). Destaca-se que quatro de tais classes foram identificados na área de estudo.

A primeira delas foi a segunda com maior ocupação na BHRC e corresponde aos valores de 0 a 3%. Essa classe ocupa faixas consideráveis do local, representando cerca de 33% da área total. A classe Suave-Ondulado com valores de 4-8% foi a predominante, distribuindo-se em toda área e sua ocupação foi de 63% do recorte. Na região, a maior parte das formações pedológicas correspondem a latossolos vermelhos (LVe/LVd), uma tendência em ambientes planos.

Podem também ser encontradas determinadas faixas com declividades baseadas na classe Ondulado de 8-20%. A tendência apresentada foi de associação muito visível de cortes naturais ou antrópicos no padrão do relevo, situação essa que pode estar associada a diferentes fatores. No entanto, esta classe apresentou apenas cerca de 4% da área da bacia e se concentrou basicamente em pequenas áreas no alto curso. Por fim, foi constatada a presença de declividades superiores a 20%, mas representando ínfimos 0,1% do total.

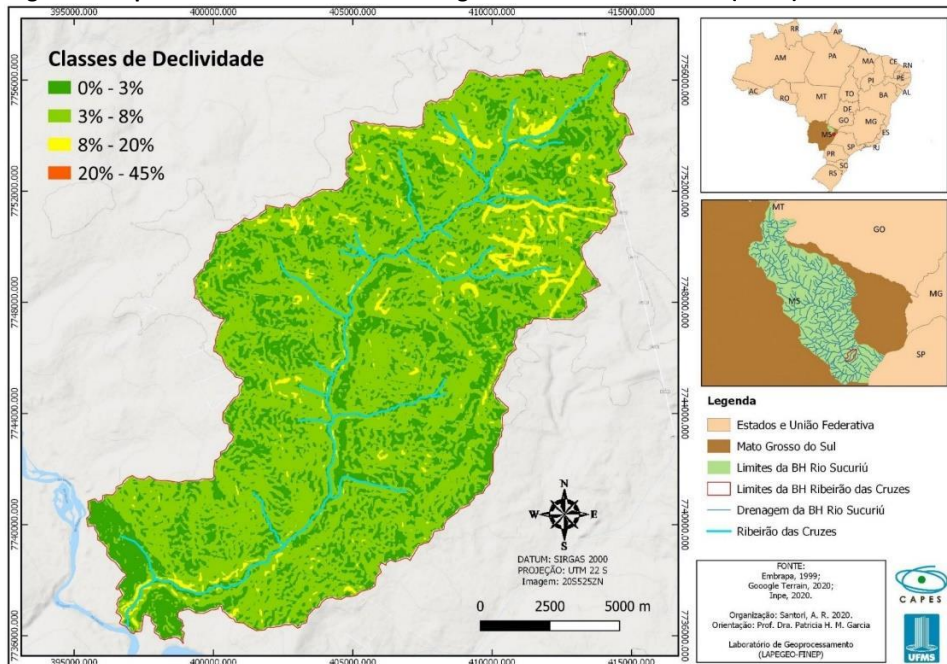
Na variável declividade, as áreas com maior altitude estão mais restritas as cabeceiras de drenagem da BHRC. Paralelamente, porcentagens de declividade mais onduladas (<20%) apresentam-se em faixas que parecem obedecer a áreas mais íngremes do leito regular do ribeirão e áreas do terreno que sofreram algum tipo de influência indireta.

O padrão linear apresentado por declives maiores que 8% pode estar associado a irregularidades indiretas provocadas pelo sombreamento do terreno por dosséis de vegetação arbórea (reflorestamentos). Assim, não representam algo relacionado a evolução do relevo, mas a leituras equivocadas do sensor em interferências de alvos do terreno.



Na interpretação do mapa, foi constatado que as áreas mais declivosas se concentram principalmente no alto curso da BHRC, e as declividades de 0% a 3% e 3% a 8% estendem-se em grande parte da área. Apresenta, assim, a existência de um relevo predominantemente plano a muito pouco ondulado. Na Figura 3 é possível observar o padrão e a distribuição espacial das quatro classes de declividades.

**Figura 3: Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Cruzes (BHRC).**



Fonte: AUTORES, 2021.

A seguinte variável consiste na relação entre os efeitos de sombreamento causados pelos iluminantes e reproduzidos pelos mapas de relevo sombreado. Os iluminantes que apresentaram melhor condição de visualização de sombreamento do relevo foram nas direções oeste, sul e sudeste.

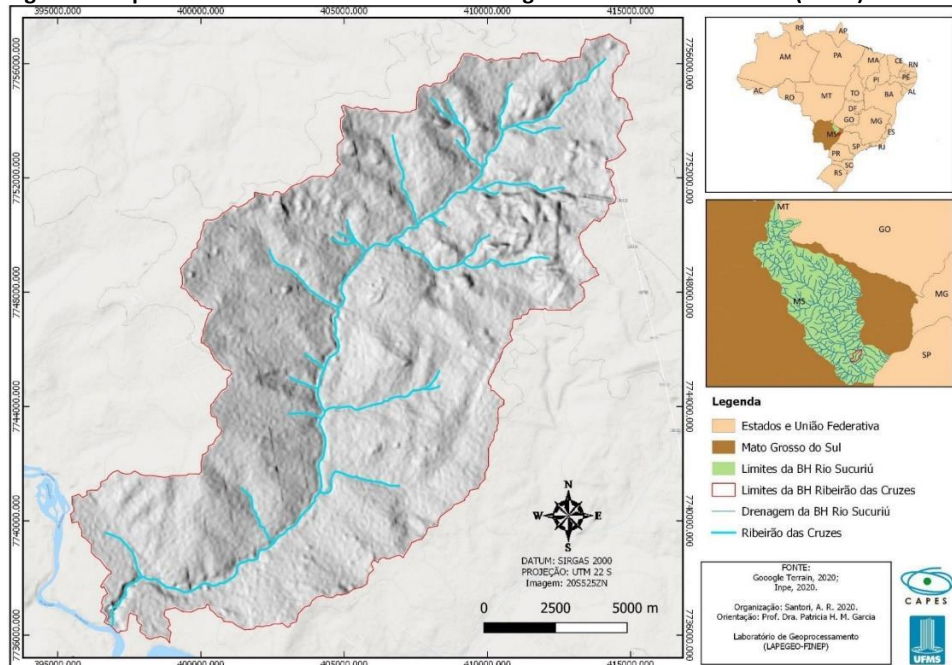
Os resultados obtidos pelo valor de posição e da fonte de iluminação do relevo sombreado (em 50°) se mostraram corretos e alinhados com a tendência de baixa variação e complexidade estrutural encontrada no MDE da área de estudo. A baixa rugosidade da bacia hidrográfica implica diretamente na variável de densidade da drenagem, pois pouca rugosidade do terreno implica em escoamentos menos entalhados.

Considerando o recorte da BHRC, o maior predomínio de sombreamento foi nas áreas próximas ao curso d'água e no alto curso. Em contrapartida, a tendência plana e sem nenhuma forma de dissecção (mais acidentada) do terreno é constatada novamente nas áreas do baixo curso e nas áreas próximas ao interflúvio com o Rio Sucuriú.

Aproximadamente 80% da bacia em questão apresenta um relevo amplamente suavizado, e as áreas mais rebaixadas estão em linha com a drenagem ou em cicatrizes distribuídas em terrenos com uso intensivo do solo.

Observando a Figura 4, podemos identificar parte das características morfométricas do relevo na área. Os setores mais rugosos ou com maior indicação de profundidade, por sua vez, podem ser associados as declividades superiores a 10% e 20%.

**Figura 4: Mapa de relevo sombreado da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Cruzes (BHRC).**



Fonte: AUTORES, 2021.

A orientação das vertentes colabora com a análise do perfil e da direção que o modelado do relevo, sob determinadas condições climáticas, geológicas e geomorfológicas pode produzir. A métrica de exposição da vertente, ao menor ou maior contato com a radiação solar, foi gerada a partir da grade de altitude, e os valores estão expressos em graus.

Em relação as diferentes orientações, de modo geral, ocorreram boa distribuição e equilíbrio pela área de estudo. Foram constatadas áreas com vertentes orientadas para todas as direções, mas, preferencialmente, para o oeste e sul da bacia. Este fator pode indicar uma leve inclinação da bacia para a direção tributária sentido Rio Sucuriú. As áreas de orientação são descritas quantitativamente a seguir para contribuir na análise espacial, e indicam as direções norte e nordeste como menos preferenciais no sentido de inclinação do relevo.

A Tabela 2 foi elaborada para organizar e apresentar as tendências de direção e exposição das vertentes do local, indicando seus dados em área (km<sup>2</sup> e %) para cada tipo de orientação (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° e 360°).

**Tabela 2: Posição e orientação das vertentes e áreas correspondentes.**

Orientação	Área (km <sup>2</sup> )	%
Plana	246,7	0,1
Norte	21.501,8	10
Nordeste	18.729,7	9
Noroeste	28.181,7	13
Leste	20.987,7	10
Oeste	31.909,8	15
Sul	31.796,8	15
Sudeste	28.803,3	13,9
Sudoeste	30.175,1	14
<b>Total</b>	<b>212,3</b>	<b>100</b>

Fonte: AUTORES, 2021.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos e parâmetros analisados contribuíram de forma efetiva para caracterização da morfologia e estruturação local do relevo, fornecendo dados morfométricos para composição do banco de dados geográfico da área. Foram produzidos três mapas para a representação visual de parte das variáveis obtidas, e as demais foram descritas de forma quantitativa com base em determinados cálculos.

De modo geral, os resultados obtidos no conjunto de variáveis selecionadas trouxeram respostas diretas sobre a condição do terreno na área de estudo. Cada dado obtido pôde ser observado e validado posteriormente com a saída de campo.

A altimetria apresentou uma variação de 180m entre os valores mínimo e máximo, e a altitude média foi de 365m. A declividade e o relevo sombreado apontaram um relevo plano a predominantemente plano com predomínio de morros com topos côncavos e aplainados. As maiores rugosidades do terreno (acima de 8%) estão concentradas em uma área da microbacia com linhas em um padrão que parece ser produzido por interferência de dosséis.

Os resultados foram fechados com os dados quantitativos das duas últimas variáveis morfométricas obtidas. Assim, a orientação do relevo foi bem distribuída pela BHRC, tendo uma leve predominância de áreas orientadas para os oitantes oeste, sul e sudoeste. Os dados representaram o fraco poder de dissecação do relevo e a pouca atividade fluvial dos canais de baixa ordem da área, determinando mais uma vez a latente condição plana desta região sedimentar.

Correlacionando todos os parâmetros morfométricos obtidos no Modelo Digital de Elevação, podemos constatar que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Cruzes está totalmente constituída em padrões de relevos característicos de áreas de deposições sedimentares e planícies fluviais.

Por fim, destaca-se a forte presença de topos convexos de baixa a muito baixa dissecação, complementado pela baixa rugosidade do relevo indicado pelo sombreado e a baixa densidade de canais. Isso aponta que a posição da bacia está condicionada à influência da planície aluvial de seu subsistema (Rio Sucuriú), cuja atividade fluvial é baixa, ainda restringindo o escoamento e o grau de dissecação da bacia hidrográfica.

## AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), e colaboração do Laboratório de Geoprocessamento (LAPEGEO/UFMS) e do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas/MS (CPTL/UFMS).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCEIÇÃO, R. A. C.; SILVA, A. Q. Extração automática de lineamentos utilizando imagens SRTM, Landsat ETM+ e ALOS PALSAR na região de Nobres, MT. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto/SBSR**, p. 3688-3695, 2013.

FERNÁNDEZ, D. C. J. et al. Extração automática de redes de drenagem a partir de Modelos Digitais de Elevação. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 64, n. 3, 2012.

HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of the IEEE*, n. 69, v.01, p. 14-47, 1981.

FORNELOS, L. F.; NEVES, S. M. A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométricos (SRTM) na estimativa de perdas de solo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 25-33, 2007.

MUÑOZ, V. A. Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009.

MUÑOZ, V. A.; VALERIANO, M. M.; WEILL, M. A. M. Estudo das Relações Solo-relevo pela Análise Geomorfométrica de Dados SRTM e TOPODATA e a Técnica de Recuperação de Conhecimento a Partir de Mapas. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. INPE. Curitiba, PR. Brasil, 2011.**

NARDIN, D.; ROBAINA, L.E. de S. Mapeamento de unidades do relevo no oeste do RS: o caso da Bacia Hidrográfica do Arroio Miracatu. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, 2005.**

OLIVEIRA, M. C. Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes. **Revista do Instituto Geológico**, v. 5, n. 1-2, p. 47-50, 1984.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 819-825, 2010.

ROSS, J. L. S. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. **Rev. IG, São Paulo**, v. 12, n. 1/2, p. 21-37, 1991.

ROBAINA, L. E. de S et al. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, 2010.

RECKZIEGEL, E. W.; ROBAINA, L. E de S. Estudo de parâmetros morfométricos do relevo e da rede de drenagem da área situada entre os rios Jaguari e Ibicuí no município de São Vicente do Sul-RS. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, v. 6, p. 2006, 2006.

SOBRINHO, T. A. et al. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. Engenharia Agrícola, v. 30, p. 46-57, 2010.

TINÓS, T. M. et al. Técnicas de visualização de Modelos Digitais de Elevação para o reconhecimento de elementos de análise do relevo. **Geosciences= Geociências**, v. 33, n. 2, p. 202-215, 2014.

TINÓS, T. M. Classificação automatizada do relevo a partir de parâmetros morfométricos. 2016. Tese (Doutorado) - Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 177 f.

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. Revista Árvore, v. 30, p. 849-857, 2006.

TRENTIN, R.; SANTOS, L. J. C.; ROBAINA, L. E. de S. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Itu: oeste do Rio Grande do Sul-Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 24, p. 127-142, 2012.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, p. 539-546, 2003.

\_\_\_\_\_. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 1-72, 2004.

\_\_\_\_\_. **Topodata**: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, p. 72, 2008.