

## CONDICIONANTES DA CONFIGURAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ASSIMÉTRICAS NA BACIA DO ALTO RIO JEQUITINHONHA - SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

Bruna Santos Ribeiro <sup>1</sup>; Guilherme Teixeira de Oliveira <sup>2</sup>; Alex de Carvalho <sup>3</sup>

1 Bruna Santos Ribeiro, Bolsista CNPq, Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG; brunaribeiro.02@hotmail.com

2 Guilherme Teixeira de Oliveira, Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG

3 Alex de Carvalho: Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Preto; alex.carvalho@ifmg.edu.br

### RESUMO

O rio Jequitinhonha é dos principais cursos d'água que drenam a Serra do Espinhaço Meridional. Trata-se de uma área serrana, com uma das maiores altitudes do território de Minas Gerais. Diversos estudos foram desenvolvidos na região, discutindo as características e os condicionantes da evolução do relevo regional. No entanto, ainda há lacunas importantes sobre a caracterização e discussão de aspectos morfométricos e suas repercussões na evolução da paisagem regional. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal identificar as bacias assimétricas no Alto Jequitinhonha e discutir as evidências de controle litológico, estrutural e/ou tectônico. Para tanto, foram identificados os principais cursos d'água, afluentes do rio Jequitinhonha, que drenam a Serra do Espinhaço Meridional e, posteriormente, foi realizado o cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversal (FSTT) para os afluentes do alto rio Jequitinhonha. O FSTT é um índice que permite avaliar o deslocamento dos canais fluviais em suas respectivas bacias hidrográficas e, em conjunto com aspectos litológicos e estruturais, discutir a influência de condicionantes estruturais, litológicos e tectônicos. Trabalhos realizados na bacia do rio Paraúna, ao sul da bacia do rio Jequitinhonha havia indicado a importância de elementos estruturais e litológicos para a ocorrência de bacias assimétricas. No entanto, com os dados do presente trabalho se verificou que os mergulhos das camadas de rochas não representam é um fator predominante para a configuração das bacias hidrográficas. Os resultados indicam que outros elementos estruturais, como falhas e fraturas e a dinâmica tectônica devem ser os mais importantes para a evolução das subbacias investigadas, haja vista que os deslocamentos ou a assimetria das subbacias não apresentam indícios de condicionamento do mergulho das camadas. Por vezes, se observa que as assimetrias indicam deslocamento para sentidos até opostos aos dos mergulhos. Desse modo, o aproveitamento de falhas e fraturas e a dinâmica tectônica podem estar atuando para os deslocamentos e assimetrias verificadas.

**Palavras-chave:** Geomorfologia fluvial; Rede de drenagem; Fator de Simetria Topográfica Transversal; rio Jequitinhonha.

### INTRODUÇÃO:

A bacia hidrográfica é considerada um sistema espacial constituído por uma rede de drenagem e divisores hidrográficos, bem como por toda a área de captação de água pluvial. As características de uma bacia hidrográfica podem influenciar no comportamento hidrológico em sua área, bem como indicar alterações na rede de drenagem. A bacia hidrográfica se destaca como uma unidade espacial nos estudos geomorfológicos pela capacidade de refletir os condicionantes ambientais e antrópicos (CHRISTOFOLETTI, 1980, STAVAU, LATRUBESSE, 2017; MAGALHÃES JUNIOR, BARROS, 2020a).

Os cursos fluviais são elementos importantes na morfogênese, sobretudo em regiões tropicais úmidas. Eles atuam na configuração do relevo através dos processos de erosão e de sedimentação. Ao mesmo tempo, eles também atuam como níveis de base para os processos modeladores das vertentes. Desse modo, a análise da rede hidrográfica tem potencial para auxiliar na compreensão e elucidação de questões geomorfológicas. Pode-se afirmar, inclusive, que as características morfológicas e morfométricas de uma bacia hidrográfica estão intimamente relacionadas com os padrões de paisagem da região em que se localiza (HORTON, 1945; STRAHLER, 1957; SCHUMM, 1956; CHRISTOFOLETTI, 1980; PISSARRA et al., 2004;; MAGALHÃES JUNIOR, BARROS, 2020b)

É comum que os sistemas fluviais reflitam os condicionantes ambientais, sobretudo geológicos e geomorfológicos, alterando a geometria dos canais, as formas das bacias hidrográficas e imprimindo "anomalias", como knickpoints e cotovelos de drenagem (CHEREM et al., 2020; HOTT; FURTADO, 2004). Essas e outras alterações podem ser identificadas e/ou quantificadas através da utilização de parâmetros e índices morfométricos. Nesse sentido, a análise morfométrica se destaca como uma das principais formas de

analisar e avaliar quantitativamente a interação de processos e condicionantes geomorfológicos (HACK, 1960; TEODORO et al., 2007; VALERIANO; ROSSETTI, 2017, CHEREM et al., 2020). Assim, nas últimas décadas, os estudos geomorfológicos têm desenvolvido e proposto parâmetros e índices capazes de indicar as influências de variáveis como litologia, estrutura, tectônica e outras nos sistemas fluviais e, conseqüentemente, na evolução do relevo (FUJITA et al., 2011; ACKLAS JÚNIOR; ETCHEBEHERE; CASADO, 2003; ANTONELI, THOMAZ, 2007).

A investigação do papel de condicionantes como a litologia, a estrutura e a tectônica em bacias hidrográficas costumam fazer uso de índices como o Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem – FABD (HARE, GARDNER, 1985) e do Fator de Simetria Topográfica Transversal – FSTT (COX, 1994), que avaliam a relação entre a posição real do curso d'água e a sua posição esperada (no centro da bacia hidrográfica). Assim, os dois índices contribuem para identificar a existência de bacias assimétricas. O FABD apresenta como desvantagem o fato de que em seu cálculo se observa um resultado geral para a bacia, podendo mascarar diferenças entre setores específicos da bacia. Já o FSTT tem a vantagem de possibilitar uma análise mais minuciosa, com a identificação de segmentos mais ou menos simétricos. Quando se verifica a existência de segmentos ou totalidade de uma bacia assimétrica, é possível que se trate de controle litológico, estrutural e/ou tectônico (FIRMINO, 2015).

Diversos estudos utilizando índices morfométricos foram realizados na bacia do Alto rio Jequitinhonha, na Serra do Espinhaço Meridional – MG (FELIPPE et al., 2012; FONSECA e AUGUSTIN, 2014; LOPES et al., 2016). De modo geral, esses trabalhos enfocam índices que consideram aspectos como as condições de energia ou a existência de anomalias de drenagem, como knickpoints. No entanto, apesar do grande número de afluentes do Alto Jequitinhonha com bacias assimétricas, não há trabalhos que aprofundam na investigação dessa questão. Desse modo, este trabalho buscou identificar as bacias assimétricas no Alto Jequitinhonha e discutir as evidências de controle litológico, estrutural e/ou tectônico.

## **METODOLOGIA:**

A bacia do Alto Rio Jequitinhonha está inserida no contexto geológico-geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional. Trata-se de uma das áreas mais elevadas do território do estado de Minas Gerais, que corresponde a um importante divisor hidrográfico entre três importantes bacias hidrográficas nacionais – rio Doce, rio São Francisco e Rio Jequitinhonha. A altitude média nas superfícies elevadas da Serra do Espinhaço Meridional é de 1.250m (Fig. 1) e está associada às rochas mais resistentes do Supergrupo Espinhaço (ALMEIDA-ABREU; RENGER, 2002; SALGADO; VALADÃO, 2003; CHAVES; COELHO, 2013; MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS; FELLIPE, 2015).

O clima da região é do tipo Cwb, conforme a classificação de Köppen e tem forte influência do relevo (ALMEIDA-ABREU, FRAGA, 2005). Parte da superfície da região é composta por afloramentos rochosos, o que está associado tanto ao elevado grau de resistência das rochas como pela forte declividade em muitos locais, o que dificulta a manutenção do solo. Predominam na região os solos mais rasos, como os Neossolos, destacando-se o Neossolo Quartzarênico, além de locais com coberturas superficiais laterizadas. Em termos de vegetação, predominam tipos herbáceos e arbustivos, desenvolvendo-se campo rupestre, campo limpo, campo cerrado e cerrado rupestre (CHAVES, BENITEZ, 2004; SILVA, 2005).

O quadro geológico regional é bastante complexo, composto por rochas de diversas idades. Na área de estudo, destacam-se as rochas do Grupo Macaúbas (metadiamicrito e quartzitos) e do Supergrupo Espinhaço (quartzitos e metaconglomerados). Na porção mais meridional da área de estudo também são identificadas rochas metabásicas da Suíte Pedro Lessa ou de diques (ALKMIN et al., 2007; CORDEIRO et al., 2008).

A área de estudo possui falhas de empurrão, com direção geral N-S e vergência para W. As falhas normais e as fraturas têm direções preferenciais ESSE-WNW e ENE-WSW. Já os dobramentos possuem eixos principalmente na direção N-S. Esse quadro estrutural foi herdado do evento geotectônico Brasileiro, durante o Neoproterozoico, caracterizado por esforços tectônicos de sentido E-W (ROLIM, 1992).

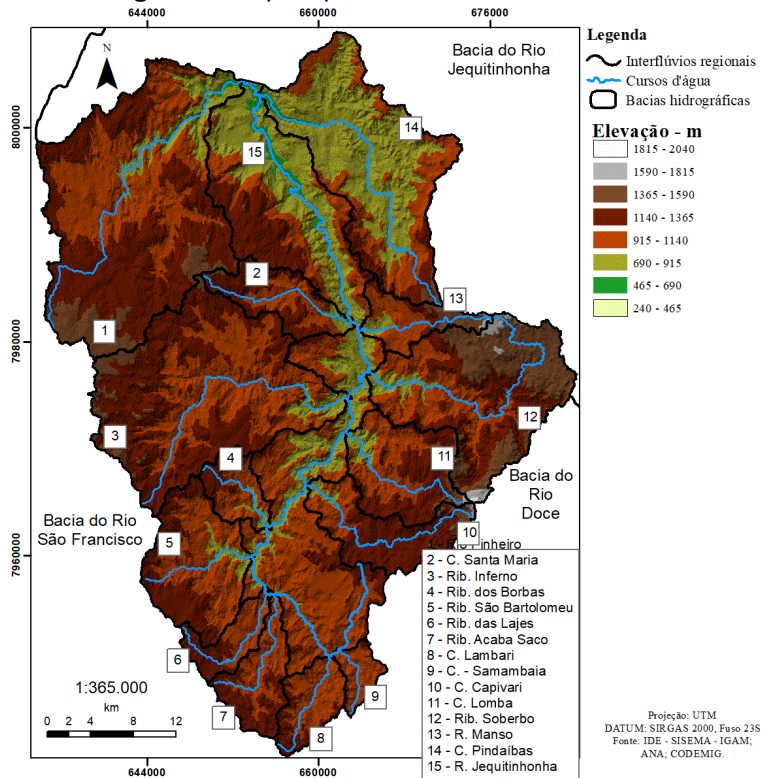
Com relação à execução desse trabalho, inicialmente, foram reunidas as bases cartográficas – geologia (litologia e estrutura – CODEMIG 1:100.000), hidrografia (IDE-SISEMA – 1:100.000) topografia (curvas de nível com equidistância de 12,5m – Alos Palsar). A partir desses dados, foram selecionados os canais principais das bacias hidrográficas dos principais afluentes do Alto Rio Jequitinhonha, no contexto da Serra do Espinhaço Meridional. Também foram gerados mapas de litologia e estrutura, de altitude e de orientação das vertentes a fim de subsidiar as discussões sobre os condicionantes naturais na configuração de bacias hidrográficas assimétricas.

Para identificar as bacias assimétricas foi utilizado o Fator de Simetria Topográfica Transversal – FSTT, proposto por Cox (1994). Esta é uma técnica mais apurada que permite identificar migrações laterais de

canais de forma mais efetiva. Nesse sentido, em trabalhos como o de Alves et al. (2014), o FSTT foi utilizado e auxiliou na identificação de deformações e influência neotectônicas em bacias do Nordeste do Brasil.

O FSTT é calculado utilizando a seguinte equação:  $FSTT = Da/Dd$ . Nessa equação,  $Da$  é a linha média do eixo da bacia hidrográfica até a localização atual do canal e  $Dd$  é a distância entre a linha média da bacia hidrográfica e o divisor hidrográfico. Em análises utilizando o FSTT, considera-se que a migração lateral do canal representa uma assimetria do perfil topográfico transversal. Ao realizar o cálculo, valores próximos de zero indicam trechos ou bacias mais simétricas, enquanto valores próximos de 1 indicam maior assimetria (SALAMUNI et al., 2004). Com relação aos valores identificados para o FSTT, é possível definir três graus de anomalias: valores entre zero e 0,4 indicam baixo grau de anomalia; entre 0,41 e 0,8 médio grau; e acima de 0,81 alto grau (FIRMINO, 2015).

**Figura 1:** Mapa hipsométrico da área de estudo.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

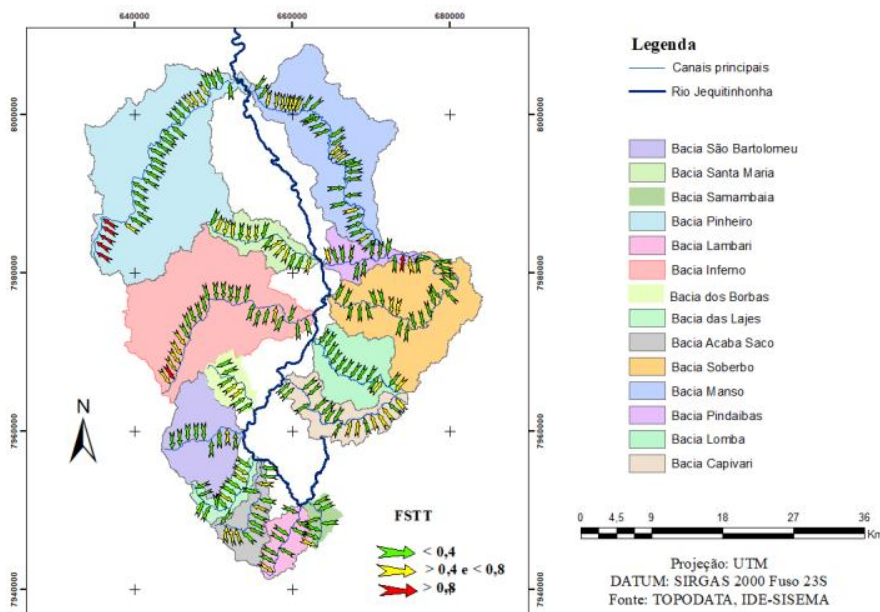
## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Ao observar os resultados do FSTT para as bacias hidrográficas analisadas, verifica-se que predominam valores mais baixos, menores que 0,4 (Fig. 2). No ribeirão Acaba Saco, os valores variaram entre 0,006 e 0,64. No ribeirão dos Borbas, entre 0,004 e 0,58. No córrego Capivari entre 0,0007 e 0,59. No ribeirão Inferno entre 0,03 e 0,82. No ribeirão das Lajes entre 0,006 e 0,52. No córrego Lambari entre 0,001 e 0,5. No córrego Lomba entre 0,0003 e 0,58. No rio Manso entre 0,0001 e 0,69. No córrego Pindaíba entre 0,02 e 0,8. No rio Pinheiro entre 0,002 e 0,89. No córrego Samambaia entre 0,15 e 0,53. No córrego Santa Maria entre 0,01 e 0,66. No ribeirão São Bartolomeu entre 0,07 e 0,44. No ribeirão Soberbo entre 0,02 e 0,41. Os valores indicam, de modo geral, deslocamentos poucos significativos nas bacias hidrográficas.

Na bacia do rio Pinheiro, apenas seu alto curso apresenta migração do canal, com valores superiores a 0,8, indicando deslocamento para NW. Frisa-se que se trata do trecho com maiores valores de FSTT entre todos os cursos d'água analisados. No entanto, seu médio e baixo curso apresentam valores predominantemente baixos. No alto curso do ribeirão Inferno são observados valores intermediários, entre 0,4 e 0,8. Nesse caso, o deslocamento indicado é para SE. No médio e baixos cursos se observa o mesmo que no rio Pinheiro, ou seja, valores baixos, que indicam maior simetria na bacia. Na bacia do rio Manso, o baixo curso apresenta valores intermediários, indicando deslocamento para SW. No resto da bacia os valores são baixos. Nas demais bacias hidrográficas analisadas, observam-se predominantemente valores intermediários. Isso indica deslocamentos pouco significativos e bacias mais simétricas.

Na área de estudo é possível verificar que a maior parte da área corresponde a litologias da Formação SopaBrumadinho, composta por filitos, quartzitos, entre outras litologia (Fig. 3). Em determinadas áreas de cada bacia hidrográfica são identificadas litologias específicas, predominantemente, associadas ao Supergrupo Espinhaço. Nesse sentido, as bacias que possuem outras litologias áreas ocupadas por outras litologias que não pertencem ao Supergrupo Espinhaço são as seguintes: rio Manso – Formação Serra do Catuni (quartzitos), Formação Duas Barras (metadiamicititos) e quartzitos micáceos; córrego Pindaibas e ribeirão Soberbo atravessam os quartzitos micáceos; os ribeirões das Lajes e Acaba Saco e os córregos Lambari e Samambaia cortam rochas metabásicas, associadas à Suíte Pedro Lessa. Na bacia do ribeirão Inferno ocorrem rochas do Grupo Costa Sena (quartzo xistos e quarto-mica) e da Formação São João da Chapada (quartzitos médios). Na bacia do rio Pinheiro, além de rochas metabásicas, também ocorrem rochas das formações Galho do Miguel (quartzitos puros) e São João da Chapada (quartzitos médios).

**Figura 2:** Mapa com a distribuição dos valores de FSTT para as bacias investigadas.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

No entanto, é possível observar que os cursos d'água principais atravessam diversas litologias sem apresentar indícios de um forte controle litológico. Desse modo, é possível inferir que a litologia não representa um elemento com forte controle sobre a drenagem e parece não contribuir com a existência de bacias hidrográficas assimétricas, mesmo que se trate de assimetrias mais suaves, como se observa na área de estudo. Esse resultado contraria a análise de diversos estudos que apontam uma evolução da paisagem e dos sistemas fluviais com forte controle litoestrutural na Serra do Espinhaço Meridional (FELIPPE et al., 2012; FONSECA e AUGUSTIN, 2014; LOPES et al., 2016; CARVALHO; MAGALHÃES JUNIOR, 2021). Contudo, isoladamente, as litologias identificadas na região não parecem condicionar o desenvolvimento de bacias assimétricas. Isso não descarta a possibilidade de que a litologia desempenhe um papel mais importante condicionando anomalias de drenagem e knickpoints na região.

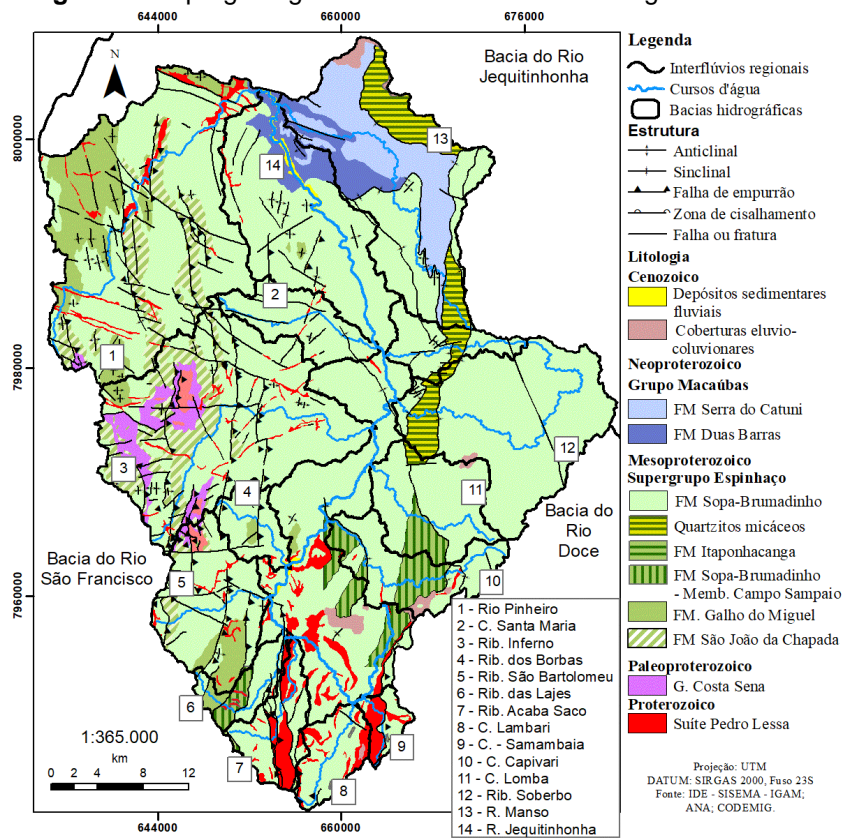
Ao analisar o quadro estrutural da paisagem, chama a atenção o fato de que a região tem com uma de suas principais características os mergulhos das rochas para leste. Neste sentido, trabalhos como os de Carvalho (2019) e Carvalho e Magalhães Junior (2021) identificaram bacias hidrográficas bastante assimétricas na Serra do Espinhaço Meridional, na bacia do rio Paraúna. Essa bacia hidrográfica é vizinha da bacia do rio Jequitinhonha e se diferencia por drenar grandes áreas em que ocorrem litologias do Complexo de Gouveia, rochas mais frágeis, associadas à Depressão de Gouveia.

Nesse sentido, enquanto na bacia do rio Paraúna os mergulhos das rochas tiveram papel importante na configuração de bacias assimétricas (CARVALHO, 2019; CARVALHO; MAGALHÃES JUNIOR, 2021), ao norte, na bacia do rio Jequitinhonha, esses mergulhos contribuíram pouco para a configuração das bacias hidrográficas. De fato, ao analisar o mapa de FSTT, observa-se que as assimetrias, em bacias hidrográficas ou em segmentos, não seguem uma direção preferencial. Na verdade, é possível que as assimetrias fiquem restritas a subbacias dos afluentes, em cursos d'água que correm no sentido N-S. A exemplo do que ocorre com o rio Jequitinhonha que, embora não tenha o FSTT calculado, apresenta-se nitidamente deslocado para

leste. Esses dados estão de acordo com as proposições de Lopes et al. (2016), que identificaram uma direção preferencial de cursos d'água de sentido N-S. Esses cursos d'água, afluentes dos cursos fluviais investigados no presente trabalho, seriam os controlados pela estrutura. Assim, canais que correm no sentido N-S podem ser mais propensos a refletir o mergulho das camadas para leste do que os canais que correm no sentido WE, por exemplo, que aproveitariam esse mergulho em seu trajeto.

O cálculo do FSTT é uma ferramenta com potencial para a identificação de bacias hidrográficas assimétricas e a quantificação de trechos mais ou menos anômalos. Na bacia do rio Jequitinhonha se verificou que as assimetrias são intermediárias, com poucos trechos com valores mais elevados. As bacias com trechos mais assimétricos são as dos rios Pinheiro e Manso e do ribeirão Inferno. As assimetrias identificadas não estão diretamente relacionadas ao mergulho das camadas rochosas, como ocorre em outras áreas da Serra do Espinhaço Meridional. Nesse sentido, é possível que apenas afluentes dos canais principais investigados, ou seja, subbacias, reflitam o condicionamento estrutural associado ao mergulho das camadas. O mesmo pode ser aplicado para o controle estrutural de falhas, fraturas, sinclinais e anticlinais, as quais devem condicionar essas subbacias.

**Figura 3:** Mapa geológico da área de estudo – litologia e estrutura.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

As assimetrias identificadas também não se relacionam com as rochas identificadas na região. Nesse sentido, os cursos d'água drenam e cortam litologias diversificadas, sem, no entanto, apresentar indícios de que essas litologias influenciam diretamente na forma das bacias. Por outro, é possível que haja o controle litológico de anomalias e knickpoints, como já observado em outros estudos realizados na região.

## CONCLUSÕES:

O cálculo do FSTT é uma ferramenta com potencial para a identificação de bacias hidrográficas assimétricas e a quantificação de trechos mais ou menos anômalos. Na bacia do rio Jequitinhonha se verificou que as assimetrias são intermediárias, com poucos trechos com valores mais elevados. As bacias com trechos mais assimétricos são as dos rios Pinheiro e Manso e do ribeirão Inferno.

As assimetrias identificadas não estão diretamente relacionadas ao mergulho das camadas rochosas, como ocorre em outras áreas da Serra do Espinhaço Meridional. Nesse sentido, é possível que apenas afluentes dos canais principais investigados, ou seja, subbacias, reflitam o condicionamento estrutural associado ao

mergulho das camadas. O mesmo pode ser aplicado para o controle estrutural de falhas, fraturas, sinclinais e anticlinais, as quais devem condicionas essas subbacias.

As assimetrias identificadas também não se relacionam com as rochas identificadas na região. Nesse sentido, os cursos d'água drenam e cortam litologias diversificadas, sem, no entanto, apresentar indícios de que essas litologias influenciam diretamente na forma das bacias. Por outro, é possível que haja o controle litológico de anomalias e knickpoints, como já observado em outros estudos realizados na região.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ACKLAS JÚNIOR, R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; CASADO, F. C. Análise de perfis longitudinais de drenagens do Município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. **Revista UnG – Geociências**, n. 6, n. 8, 2003, p. 64-78.
- ALKMIM, F. F.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M., CRUZ, S. C. P. Sobre a evolução tectônica do orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. **Geonomos**, v. 15, n. 1, p. 25-43, 2007.
- ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S.; NEVES, S. C. Geologia. In: SILVA, A.C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. O Lutador, Belo Horizonte, 2005, p. 19 – 43.
- ALMEIDA-ABREU, P. A.; RENGER, F. E. Serra do Espinhaço Meridional: um orógeno de colisão do Mesoproterozóico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1- 14, 2002.
- ALVES, F.; ROSSETTI, D.; ANDRADES FILHO, C. Fator de assimetria e deformações neotectônicas na bacia Paraíba, nordeste do Brasil. **Revista Geonorte**, [S. l.], v. 5, n. 19, p. 128–134, 2014. Disponível em: [//www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1470](http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1470). Acesso em: 21 ago. 2023.
- CARVALHO, A. **O papel dos processos fluviais na evolução do modelado do relevo na bacia do Rio Paraúna, Serra do Espinhaço Meridional - MG**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, 2019, 235p.
- CARVALHO, A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Asymmetric hydrographic basins in Southern Espinhaço Ridge – Minas Gerais State, Brazil: Litho-structural and - or tectonic control/bacias hidrográficas assimétricas na Serra do Espinhaço Meridional – MG: Controle Litoestrutural E/Ou Tectônico? **William Morris Davis – Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 2, 2021b.
- CHAVES, A. O.; COELHO, R. M. Petrografia, geoquímica e geocronologia do leucogranito peraluminoso do Complexo de Gouveia-MG. **Geonomos**, v. 21, n. 2, p. 1-12, 2013.
- CHAVES, M. L. S. C.; BENITEZ, I. Depósitos superficiais diamantíferos da região de Diamantina, Serra do Espinhaço (Minas Gerais). **Geociências**, v. 23, n. 1/2, p. 31-42, 2004.
- CHEREM, L. F. S.; FARIA, S. D.; ZANCOPE, M. H. C.; SORDI, M. V.; NUNES, E. D.; ROSA, L. E. Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: MAGALHÃES JUNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p. 175-216.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980.
- CORDEIRO, J. S.; KNAUER, L. G.; COSTA, R. D.; PIUZANA, D.; MAGALHÃES, J. T. R. A análise da deformação finita em rochas metassedimentares da região da Serra da Matriculada, município de Datas (MG), Serra do Espinhaço Meridional. **Geonomos**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2008.
- COX, R. T. Analysis of Drainage-basin symmetri as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: An example from the Mississippi Embayment. **Geological Society of American Bulletin**, [S.l.], v. 106, n. 5, 1994, p. 571-581.
- FELIPPE, M. F.; SILVA, C. A.; SOUZA, A. H.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Caracterização morfométrica dos compartimentos do relevo do Parque Nacional da Serra do Cipó, Serra do Espinhaço Meridional – Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3968852>
- FIRMINO, I. G. Identificação de anomalias de drenagem na bacia do rio do Sabão (PR) por meio do índice RDE e do fator de simetria topográfica transversal (FSTT). **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 33, número especial, p. 61-73, 2015.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guaramiranga-PR. **Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 21, p. 46-58, 2007.
- FONSECA, B.M.; AUGUSTIN, C.H.R. Análise Morfométrica de Bacias de Drenagem e sua Relação com a Estrutura Geológica na Serra do Espinhaço Meridional - MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 2, 2014.
- FUJITA, R. H.; GON, P. P.; STEAVUX, J. C.; SANTOS, M. L.; ETCHEBEHERE, M. L. Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no Rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR. **Revista Brasileira de Geociências**, v.41, n.4, 2011, p. 610-616.
- HACK, J. T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. **American Journal of Science**, vol. 258-A, 1960, p. 80-97.

- HARE, P. W.; GARDNER, I. W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: MORISAWA, M.; HACK, J. T. (Eds.) *Tectonic Geomorphology. Proceedings 15th. Annual Binghamton Geomorphology Simp.*, 1985.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*. v. 56, v. 3, p. 275-370, 1945.
- HOTT, M. C.; FURTADO, A. L. S. **Metodologia para a determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas**. Campinas: EMBRAPA Monitoramento por satélite, 2004. 25 p.
- LOPES, F. A.; PIUZANA, D.; LEITE, V. A.; MILAGRES, A. R. Análise da Influência Litológica e Estrutural a partir de Métodos Morfométricos em Segmentos de Drenagem na Porção Cimeira da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, MG. *Caminhos de Geografia*, v. 17, n. 58, p. 136-153, 2016.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p. 175-216.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Introdução. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p. 175-216.
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P.; FELLIPE, M. F. Southern Serra do Espinhaço: The impressive plateau of quartzite ridges. In: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. A.R.; SANTOS, L. J. C. (eds) **Landscapes and Landforms of Brazil**. Springer, 2015, p. 359-370.
- PISSARRA, T. C. T.; PLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-paisagem da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 297-305, 2004.
- ROLIM, V.K. Uma Interpretação das Estruturas Tectônicas do Supergrupo Espinhaço, baseadas na Geometria dos Falhamentos de Empurrão. *Esc. Minas*, Ouro Preto, v. 45, p. 75- 77, 1992.
- SALAMUNI, Eduardo; EBERT, Hans Dirk; HASUI, Yociteru. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 4, p. 469-478, dezembro 2004.
- SALGADO, A. A. R.; VALADÃO, R. C. Contribuição da Desnudação Geoquímica na Evolução da Erosão Diferencial no Espinhaço Meridional – MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 4, n. 2, p. 31-40, 2003.
- SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G. Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Baçõ e Ribeirão Carioca, na região do Alto Rio das Velhas-MG. *Revista Escola de Minas (REM)*, v. 61, n. 1, p. 77-85, 2008.
- SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. *Geological Society of America Bulletin*, v. 67, p. 597-646, 1956.
- SILVA, A. C. Solos. In: SILVA, A.C., PEDREIRA, L. C. V. S. F., ALMEIDA-ABREU, P. A. (Eds.). **Serra Do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. O Lutaador, Belo Horizonte, p. 61–77, 2005.
- SOFIA, Giulia. Combining geomorphometry, feature extraction techniques and Earth-surface process-es research: The way forward. *Geomorphology*, p. 107055, 2020.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017, 336p.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transaction of American Geophysical Union*. v. 38, p. 913-20, 1957.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, n. 20, p. 137-156, 2007.
- VALERIANO, M. M; ROSSETTI, D. F. Regionalization of local geomorphometric derivations for geological mapping in the sedimentary domain of central Amazônia. *Computers & Geosciences*, v. 100, p. 46-56, 2017.