

Estabilidade do divisor no maciço montanhoso Gerês – Larouco

Divide stability in the Gerês – Larouco mountain range

J. Costa^{1,2*}, A. Gomes^{1,2}, E. Figueira¹

¹ Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Departamento de Geografia

² Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras da Universidade do Porto

* jorge.costa1997@hotmail.com

RESUMO

Analisa-se a estabilidade do divisor no maciço montanhoso Gerês – Larouco (bacias do Lima e Cávado), através da aplicação dos parâmetros de Gilbert e do índice χ . Os resultados mostram uma tendência geral para a estabilidade. No entanto, em setores específicos, os resultados indicam migração do divisor para Sul, i.e., a bacia do Lima está agressiva relativamente à do Cávado. Discrepâncias entre parâmetros, em cursos de água de setores de paisagem transiente, exigem pesquisas mais aprofundadas.

Palavras-chave: *Geomorfologia Fluvial; Evolução da paisagem; Parâmetros de Gilbert; Chi.*

Key-words: *Fluvial Geomorphology; Landscape Evolution; Gilbert's parameters; Chi.*

1. INTRODUÇÃO

Avaliar a estabilidade dos divisores da rede de drenagem é fundamental para compreender a evolução da paisagem a longo termo. Os divisores marcam o limite entre bacias hidrográficas e os correspondentes fluxos de água superficiais que moldam a evolução do relevo. Inicialmente, as análises topográficas entre bacias hidrográficas vizinhas assumiam que a mobilidade dos divisores e as capturas fluviais eram modificações menores (Whipple et al., 2017). Este quadro conceptual reforçou-se com uma geração de modelos de evolução da paisagem nos quais os interflúvios estabilizam rapidamente, contudo, estudos recentes têm verificado que o potencial de mobilidade dos interflúvios assume mais importância na evolução do relevo que os primeiros modelos indicavam (Whipple et al., 2017).

Atualmente, a aplicação de índices morfométricos como os parâmetros de Gilbert e o índice χ (Chi), permitem avaliar e quantificar o estado da rede de drenagem e dos seus divisores. Os parâmetros de Gilbert (elevação do canal, declive e gradiente), devido ao seu método de cálculo de “cima para baixo”, são particularmente sensíveis a diferenças junto dos divisores. Estes fatores fazem com que estes parâmetros apresentem uma visão “instantânea” do comportamento dos divisores, sendo considerados a melhor escolha para avaliar o estado atual da rede de drenagem. Ou seja, se os divisores estão atualmente em movimento ou em equilíbrio (Forte & Whipple, 2018). O índice χ corresponde a uma derivação da equação do modelo *stream-power*. É calculado através de um método de “baixo para cima”, fazendo com que seja particularmente sensível à variabilidade espacial na resistência da rocha, clima e tectónica em toda a bacia hidrográfica. Portanto, representa uma visão mais integrada e a “longo prazo” da estabilidade dos divisores, fazendo do χ uma escolha melhor para avaliar tendências futuras na estabilidade dos divisores. No entanto, a falta de uma escala de tempo clara e a dependência de um cenário futuro e incerto dificulta a interpretação dos seus resultados (Forte & Whipple, 2018; Willet et al., 2014). Em última análise, usar os parâmetros de Gilbert e o índice χ em conjunto, maximiza a informação que se pode extrair sobre a estabilidade dos divisores (Forte & Whipple, 2018).

Assim, este estudo procura: (1) avaliar o potencial de mobilidade do divisor entre as bacias hidrográficas do Cávado e do Lima, no interflúvio montanhoso Gerês – Larouco (Figura 1),

através de indicadores morfométricos; e (2) verificar se a mobilidade do divisor é uniforme em toda a sua extensão.

2. METODOLOGIA

Neste estudo, aplicamos índices morfométricos à rede de drenagem e às bacias hidrográficas para avaliar a estabilidade do divisor no interflúvio montanhoso Gerês – Larouco (Nordeste da Península Ibérica – Figura 1B), *i.e.*, entre as bacias hidrográficas dos rios Cávado e Lima (Figura 1A). Litologicamente, este interflúvio é constituído, essencialmente, por rochas granitóides (granitos, gnaisses e migmatitos). No entanto, no setor oriental do divisor existe um pequeno setor em que o divisor é composto por rochas metamórficas (formação Pelito-Grauváquica). Geomorfologicamente, este divisor abrange duas paisagens distintas. O setor ocidental apresenta características de uma paisagem transiente, com vales muito encaixados e cursos de água com perfis longitudinais rejuvenescidos. O setor oriental apresenta características de uma paisagem relíquia com os cursos de água a mostrar perfis longitudinais próximos do equilíbrio. Os índices morfométricos foram calculados através de um modelo digital de elevação SRTM (resolução espacial de 30 metros), disponível em: <https://www.earthdata.nasa.gov/>. Foi projetado para um sistema métrico para assegurar a compatibilidade com o software Matlab.

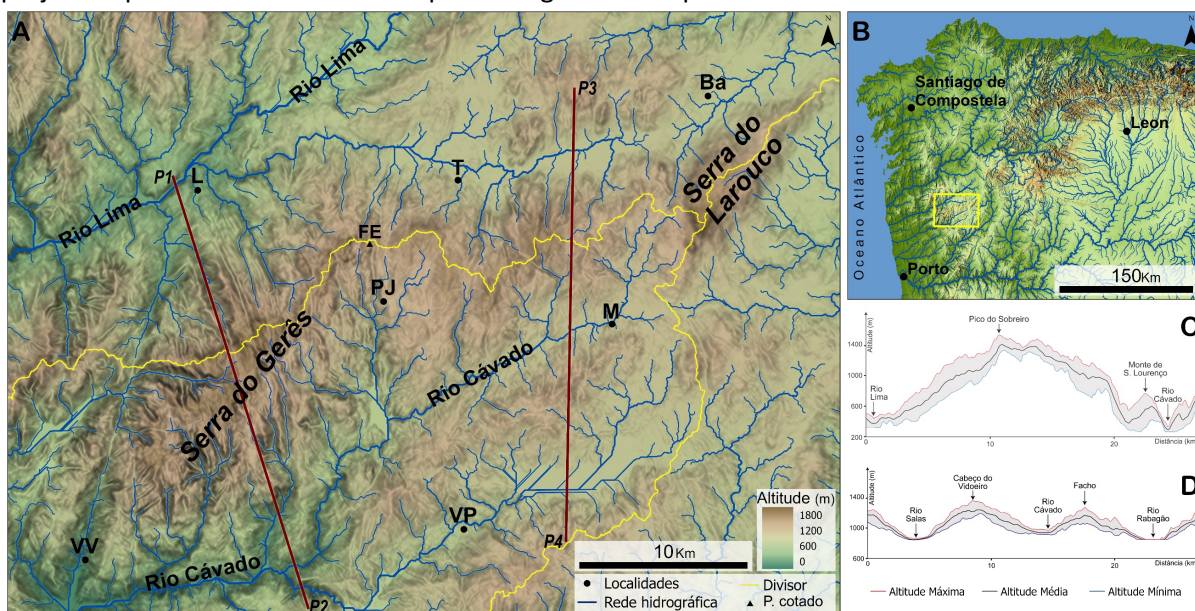


Figura 1. Relevo da área de estudo: A) Hipsometria e rede hidrográfica (Ba – Baltar; L – Lobios; M – Montalegre; PJ – Pitões das Júnias; T – Tourém; VP – Vilar da Ponte; VV – Vilar da Veiga); B) Localização da área de estudo na Península Ibérica; C) Perfil swath entre Lobios e Paradela; D) Perfil swath entre Bande e a barragem do Alto Rabagão.

Os índices morfométricos aplicados à rede de drenagem foram calculados no MATLAB, através do conjunto de ferramentas *TopoToolbox* (Schwanghart & Scherler, 2014) e das suas extensões *DivideTools* (Forte & Whipple, 2018) e *Topographic Analysis Kit – TAK* (Forte & Whipple, 2019). Relativamente à rede de drenagem, a função *AcrossDivide* foi utilizada para calcular quatro parâmetros: (1) elevação do canal; (2) declive; (3) gradiente; e (4) χ . Para cálculo do índice χ , foi utilizado um nível de base de 5 metros e uma concavidade de referência de 0,5. No caso das bacias hidrográficas, a função *ProcessRiverBasins* foi utilizada para calcular vários parâmetros relativos às bacias processadas, tais como: (1) integral hipsométrica; (2) gradiente médio; (3) declive médio; (4) K_{sn} médio. Para esta análise foram selecionadas todas as bacias a partir de nível 3 (critério de *Strahler*), ou inferior, que constituem o interflúvio do maciço montanhoso compreendido entre as serras do Gerês e do Larouco.

Posteriormente, o interflúvio foi dividido em duas secções de acordo com os resultados dos índices morfométricos aplicados às bacias hidrográficas. Para finalizar, os valores do χ e dos parâmetros de Gilbert foram comparados estatisticamente através da função *AcrossDivide* em todo o divisor, nas duas secções definidas previamente e em locais específicos ao longo do divisor.

3. RESULTADOS

Relativamente aos resultados dos índices aplicados às bacias hidrográficas (Figura 2A), observa-se uma tendência geral de valores inferiores nas bacias localizadas no setor oriental do interflúvio. Em comparação, as bacias localizadas no setor ocidental apresentam os valores mais elevados. Os valores da integral hipsométrica variam entre 0.25 e 0.69, com a bacia de Pitões das Júnias a revelar o valor mais elevado. A leste desta bacia foram observados os valores mais baixos. Nas restantes variáveis - Gradiente médio, Declive médio e K_{sn} médio - os valores mais elevados observam-se a oeste da bacia de Pitões das Júnias, enquanto esta bacia e as bacias localizadas a leste registam os valores menores.

Tendo em conta estes resultados e a fisionomia da paisagem, o divisor foi dividido em dois setores. O primeiro, entre a Portela do Homem e a Fraga da Espinheira, correspondente à paisagem transiente: maior incisão (Figura 1C) e bacias hidrográficas longe do equilíbrio (Figura 2A). O segundo, entre a Fraga da Espinheira e o Larouco, correspondente à paisagem relíquia: menor incisão (Figura 1D) e bacias hidrográficas próximas do equilíbrio (Figura 2A).

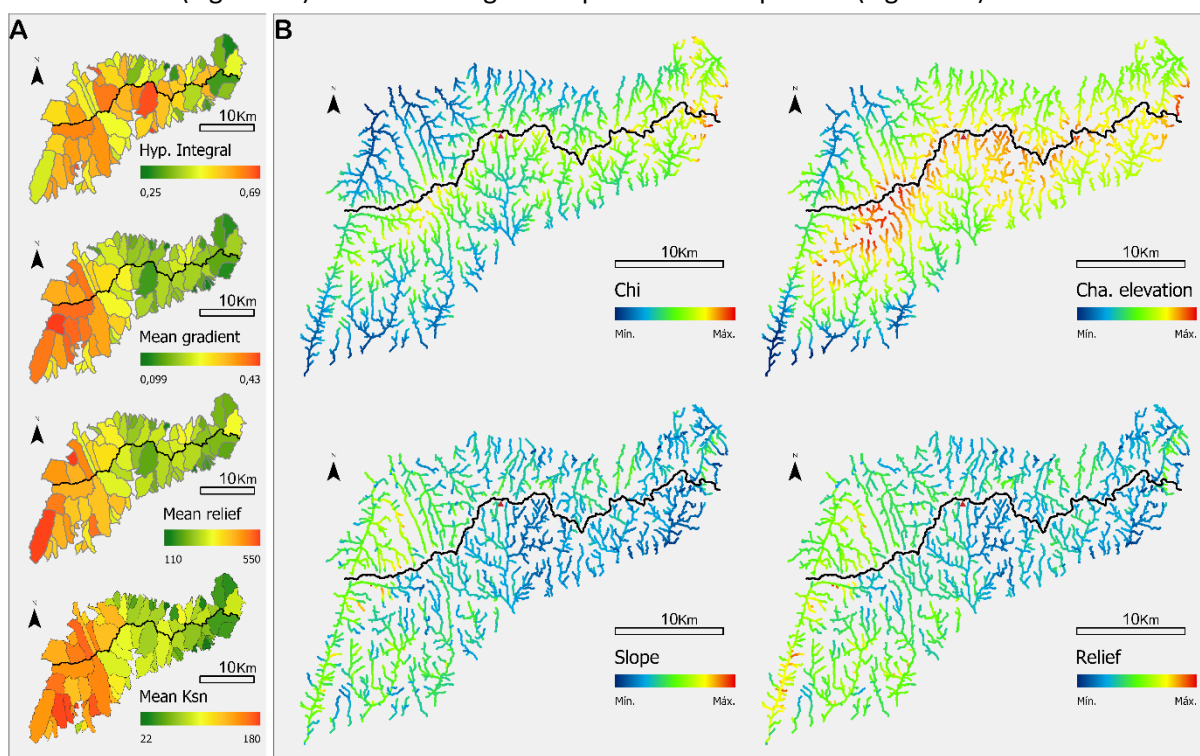


Figura 2. Resultados dos parâmetros morfométricos calculados para o interflúvio montanhoso Gerês – Larouco: A) Bacias hidrográficas; B) Rede de drenagem.

Relativamente à estabilidade do divisor (Figura 2B), os resultados obtidos indicam que o divisor no interflúvio montanhoso Gerês – Larouco está em equilíbrio. A média dos valores das cabeceiras dos cursos de água da bacia do Lima apresentam valores inferiores de elevação do canal e χ , e valores superiores de gradiente e declive, em comparação com a média dos valores das cabeceiras dos tributários do rio Cávado. No entanto, o desvio-padrão é superior à diferença

entre as médias dos dois rios em todas as variáveis, justificando assumir como tendência global, a situação de equilíbrio.

Analisados separadamente, os setores transiente-relíquia mantêm a tendência do interflúvio completo, excetuando os valores do χ na paisagem transiente (Figura 3B). Neste caso, os valores das cabeceiras dos cursos de água da bacia do Lima são inferiores aos das cabeceiras do Cávado e o desvio-padrão é inferior à diferença entre as médias dos dois rios. No entanto, em locais específicos, nas Minas dos Carris e em Pitões das Júnias (Figura 3) a situação do divisor é diferente e aparenta estar a mover-se para Sul. Nestes locais, as cabeceiras dos cursos de água da bacia do Lima mostram valores inferiores de elevação do canal e χ , e valores superiores de gradiente e declive, em comparação com os valores das cabeceiras dos cursos de água da bacia do rio Cávado. Adicionalmente, nestes locais o desvio-padrão é inferior à diferença entre as médias dos dois rios em todas as variáveis.

4. Discussão e conclusões

De acordo com os resultados obtidos (Figura 3), podemos inferir que o divisor, globalmente, está em equilíbrio. E que não apresenta variabilidade entre o setor do divisor inserido na paisagem transiente e o setor do divisor na paisagem relíquia. Contudo, no caso do setor da paisagem transiente (figura 3B), os valores de χ indicam que o divisor está em desequilíbrio e se desloca para sul. Tendo em conta o método de cálculo do χ (Forte & Whipple, 2018), podemos interpretar que esta secção do divisor esteja atualmente em equilíbrio, mas que a longo prazo, o divisor se desloque para sul. No entanto, estas discrepâncias obtidas entre os parâmetros de Gilbert e χ em cursos de água de setores de paisagem transiente do divisor Gerês - Larouco exigem pesquisas mais aprofundadas.

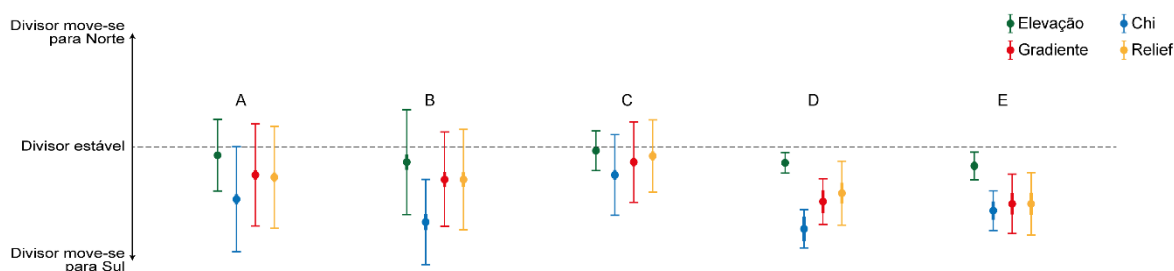


Figura 3. Resultados da aplicação dos parâmetros Gilbert e χ do divisor Gerês – Larouco, por setor: A – divisor completo, B – setor transiente, C – setor relíquia, D – setor das Minas dos Carris, E – setor de Pitões das Júnias.

Para casos específicos ao longo do divisor, como nos Carris (Figura 3D) e em Pitões das Júnias (Figura 3E), os resultados indicam que atualmente o divisor está em desequilíbrio e move-se para Sul. Esta tendência é visível tanto nos valores dos parâmetros de Gilbert como no χ . Este comportamento muito localizado que mostra agressividade bacia do Lima face à bacia do Cávado, poderá relacionar-se com fatores locais, tais como: nível de base local do rio Cávado e do rio Salas, diferenças litológicas do substrato (granitos e gnaisses) com textura, mineralogia, fracturação e resistência diferenciado.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia: bolsa 2021.05304.BD; programa COMPETE 2020 (FEDER), enquadrado nas atividades da UIDB/04084/2020 – CEGOT financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (COMPETE 2020), com a ref. POCI-01-0145-FEDER-006891.

Referências

- Forte, A. M., & Whipple, K. X., (2018). Criteria and tools for determining drainage divide stability [Critérios e ferramentas para determinar a estabilidade da divisória de drenagem]. *Earth and Planetary Science Letters*, 493, 102-117. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.04.026>
- Forte, A. M., & Whipple, K. X. (2019). Short communication: The Topographic Analysis Kit (TAK) for TopoToolbox [Comunicação breve: O *Topographic Analysis Kit* (TAK) para o TopoToolbox]. *Earth Surface Dynamics*, 7, 87-95. <https://doi.org/10.5194/esurf-7-87-2019>
- Schwanghart, W., & Scherler, D. (2014). Short Communication: TopoToolbox 2 – MATLAB-based software for topographic analysis and modeling in Earth surface sciences [Comunicação Breve: TopoToolbox 2 – Software baseado em MATLAB para análise topográfica e modelagem em ciências da superfície terrestre]. *Earth Surface Dynamics*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.5194/esurf-2-1-2014>
- Whipple, K. X, Forte, A. M., DiBiase, A., Gasparini, M., & Ouimet, W. B. (2017). Timescales of landscape response to divide migration and drainage capture: Implications for the role of divide mobility in landscape evolution [Escala de tempo da resposta da paisagem à migração de divisas e captura de drenagem: Implicações para o papel da mobilidade das divisas na evolução da paisagem]. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 122, 248-273. <https://doi.org/10.1002/2016JF003973>
- Willett, S. D., McCoy, S. W., Perron, J. T., Goren, L., & Chen, C. Y. (2014). Dynamic Reorganization of River Basins [Reorganização dinâmica das bacias hidrográficas]. *Science*, 343(6175), 1248765. <https://doi.org/doi:10.1126/science.1248765>