

António Alberto Gomes • José Teixeira • Laura Soares



# 8 Congresso Nacional de Geomorfologia

*Geomorfologia 2017*

Livro de Atas

Faculdade de Letras, UP, 2017

## Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Departamento de Geografia - FLUP, Via Panorâmica, S/N 4150-564 Porto

Email: [apegeom.dir@apegeom.pt](mailto:apegeom.dir@apegeom.pt)

**Título:** 8º Congresso Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia 2017

**Editor:** Associação Portuguesa de Geomorfólogos

**Comissão Redactorial:** António Alberto Gomes, José Teixeira e Laura Soares

**Fotografia de Capa:** Frecha da Mizarela e vale do Caima, Arouca (José Teixeira, Outubro de 2017)

**Capa:** Claudia Manuel

**Composição e Edição:** Claudia Manuel, Márcia Martins, Eva Calicis

**ISBN:** 978-989-96462-7-8

**Depósito Legal:**

Porto, Outubro de 2017

## 8º Congresso Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia 2017

### Comissão Científica:

Ana Paula Ribeiro Ramos Pereira, Carlos Valdir de Meneses Bateira, Diamantino Manuel Insua Pereira e Lúcio José Sobral da Cunha

### Comissão Organizadora:

Alberto Gomes, José Teixeira, Laura Soares, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Luca Dimuccio, Carlos Bateira, Claudia Manuel, Márcia Martins, Marta Araújo, António Silva e Eva Calicis

### Apoios:



Centro de Estudos Geográficos  
IGOT - UNIVERSIDADE DE LISBOA



POCI-01-0145-FEDER-006891



Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional



Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
CENTRO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



esri Portugal  
THE SCIENCE OF WHERE

## Knickpoints do Rio Paiva e variação do $K_{SN}$ no seu perfil longitudinal

### *Knickpoints along the Paiva River and $K_{SN}$ variation over its longitudinal profile*

J.P. Sousa<sup>1</sup>; A. Martins<sup>2</sup>; A. Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Geography, Faculty of Arts, University of Porto, Portugal

<sup>2</sup>Department of Geosciences, University of Évora, Portugal

**Palavras-chave:** Knickpoints; Knickzones; Rio Paiva; Perfis Longitudinais; Índice de Inclinação Normalizado

**Key-Words:** Knickpoints; Knickzones; Paiva River; Longitudinal Profiles; Normalized Steepness Index

### INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Paiva destoadas restantes sub-bacias hidrográficas do rio Douro, se tivermos em conta o formato da bacia que se apresenta de forma quase paralela ao curso médio do Douro. Outra diferença reside na forte dissimetria que existe entre a margem direita e a margem esquerda do rio Paiva relativamente à área drenada por cada uma (Figura 2), sendo que a margem esquerda recebe praticamente apenas a drenagem da vertente do vale do Paiva, ficando muito aquém, comparativamente, ao enorme poder e área de drenagem da margem oposta (Ferreira, 1978). Relativamente à litologia presente na bacia hidrográfica do Paiva, os granitos e as rochas metamórficas, nomeadamente xistos e grauvaques, são as litologias dominantes ao longo da bacia. É a partir do centro da bacia que a dissimetria se torna notória, observando-se maioritariamente rochas metamórficas a Este, enquanto, a Oeste os granitos dominam.

O objetivo principal deste trabalho reside na análise do perfil longitudinal do rio Paiva e nos fatores explicativos do seu traçado e evolução. Como objetivos específicos pretende-se: *i)* identificar Knickpoints e Knickzones; *ii)* analisar o traçado da rede de drenagem da bacia; *iii)* calcular o índice  $K_{SN}$  ao

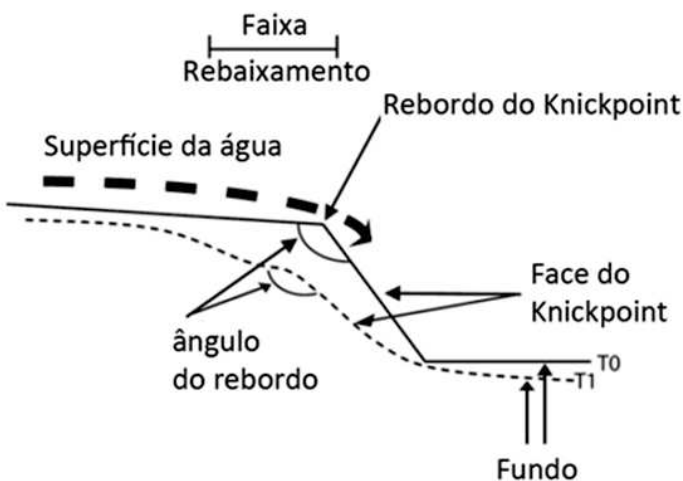


Figura 1. Morfologia do Knickpoint (Adaptado de Gardner, 1983)

longo do perfil e a distinção de sectores; *iv)* interpretar as classes  $K_{SN}$  em função da litologia do leito do rio.

Os Knickpoints (KPs) referem-se a determinados pontos do perfil longitudinal do rio onde ocorre uma mudança drástica no declive do rio (Goudie, 2004) estando interligados com a evolução do perfil longitudinal dos rios. Estão geralmente associados a rápidos e em casos extremos a quedas de água. A sua existência promove a dinâmica dos cursos de água pois a sua ocorrência vai originar uma divisão e consequentemente uma mudança das condições de equilíbrio do rio onde o troço adjacente a jusante terá que se adaptar a novas condições enquanto o troço a montante, designado de troço relíquia, manterá o equilíbrio até que o KP evolua para montante. Importante é também a distinção entre o termo Knickpoint e o termo Knickzone, sendo que este último se “aplica a um troço do perfil longitudinal do rio mais inclinado do que os troços adjacentes, a montante e a jusante” (Martins, 2012)

Existem dois tipos de KPs, os transitórios e os permanentes sendo que estes últimos se originam geralmente onde há transposição de litologias menos resistentes para litologias altamente resistentes a processos erosivos ou ainda falhas tectónicas, e em último caso, em segmentos do rio onde exista um amplo abastecimento de sedimentos que impeça os processos erosivos de atuar normalmente.

No caso dos KPs transitórios, estes são considerados móveis ao longo do perfil longitudinal devido aos processos de evolução distintos, de acordo com as condições geomorfológicas e características do curso de água no local onde se formam.

A maneira mais comum de identificar Knickpoints num determinado curso de água é geralmente através da sua identificação visual no perfil longitudinal do rio (figura 1). No entanto, para atestar a veracidade dos mesmos, esta investigação utiliza o índice de inclinação normalizado -  $K_{sn}$  (Wobus *et al.*, 2006) que é bastante sensível a tectónica ativa, e que prova ser bastante útil, através da quantificação da taxa de elevação em diferentes segmentos do curso de água. Assim, observa-se que este assume valores mais elevados quando estes segmentos se localizam em rochas mais resistentes aos processos erosivos, sendo mais baixos quando se encontram perto de um perfil de equilíbrio e/ou quando o leito se desenvolve em rochas menos resistentes.

### METODOLOGIA

O índice de inclinação normalizado é uma normalização do índice de inclinação ( $K_s$ ), obtido através de uma relação entre o declive e a distância, onde uma é proporcional a uma potência fixa da outra (e.g., Hack, 1973; Flint, 1974; Howard e Kerby, 1983) e que utiliza a seguinte fórmula:

$$S = K_s A^{-\theta}$$

onde  $S$  representa o declive do curso de água,  $A$  é o valor da área de drenagem a montante e o valores de  $K_s$  e  $\theta$  representam os índices de inclinação e concavidade, respetivamente (Wobus *et al.*, 2006). Os valores de  $K_s$  e  $\theta$  são obtidos através da regressão linear do logaritmo do gradiente do curso de água *versus* o logaritmo da área de drenagem a montante (Martins, 2016). No entanto, tendo em conta que a variação do valor de  $\theta$  provoca grandes influências no resultado final do índice de inclinação, esse valor  $\theta$  é substituído por um  $\theta_{ref}$  (valor de referência) pré-estabelecido (Wobus *et al.*, 2006). No caso deste estudo  $\theta_{ref} = 0,5$  foi utilizado por todos os segmentos do rio, encontrando assim o índice de inclinação normaliza-

do, o  $K_{sn}$  através da seguinte fórmula:

$$K_{sn} = \frac{S}{A^{-\theta}}$$

A rede hidrográfica do rio Paiva, o relevo e os limites da sua bacia hidrográfica foram retirados através de um modelo digital de elevação, realizado tendo como base a informação vectorial da cartografia militar portuguesa à escala 1:25000, incluindo a rede hidrográfica, as curvas de nível com equidistância de 10 metros, pontos cotados; posteriormente, de forma a complementar e aprofundar a análise, foram usadas também as Cartas Geológicas 1:200 000 da área de estudo (folhas 3 e 4).

A metodologia para a obtenção dos resultados finais passa por um pré-processamento dos dados de base e algumas correções manuais, obtendo então o modelo digital de elevação, a partir do qual com a Toolbox *Hidrology do ArcGis 10.4*, se obtém os primeiros resultados, i.e, os limites da bacia do Paiva, gerados automaticamente, bem como a rede hidrográfica e a sua classificação de acordo com a ordem de Strahler, extraído a partir desta rede o curso principal do Paiva. O próximo passo consiste em reutilizar as curvas de níveis de base, de forma a segmentar o curso principal do Paiva na sua intersecção com as mesmas, de forma a atribuir a cota a cada segmento e calcular o seu comprimento individual, criar o seu perfil longitudinal e consequentemente identificar os Knick-

points. Através da relação da cota com o comprimento dos segmentos calculou-se o declive longitudinal de cada segmento utilizando os resultados como complemento ao perfil longitudinal e na confirmação dos Knickpoints identificados.

## RESULTADOS

O processo de evolução dos Knickpoints mais comum no rio Paiva é o de substituição do Knickpoint em que a erosão atua acima do rebordo do Knickpoint, como também ao longo da face do Knickpoint, até que o ângulo de rebordo atinja os 180° terminando assim o processo (Gardner, 1983). Isto implica que o processo de evolução supracitado leve a que novos KPs surjam a montante do KP original e assim sucessivamente até ao curso de água obter o seu perfil de equilíbrio (Figura 2, Kp a jusante). Ou outro caso, refere-se ao Knickpoint estacionário, que se deve à constituição do leito em rochas de elevada resistência (Figura 2, Kps do sector II).

Numa análise mais aprofundada sobre a localização dos KPS e relação com a litologia inclui-se a litologia da bacia juntamente com o índice de inclinação normalizado (figura 4). Assim, é notório que a maioria dos KPs se localiza em áreas compostas por substrato granítico e na área de transição do substrato xistento para o granítico, facto que atesta a forte resistência que este tipo de rocha oferece à migração dos Kps e a manutenção que confere a alguns Kps e Knickzones.

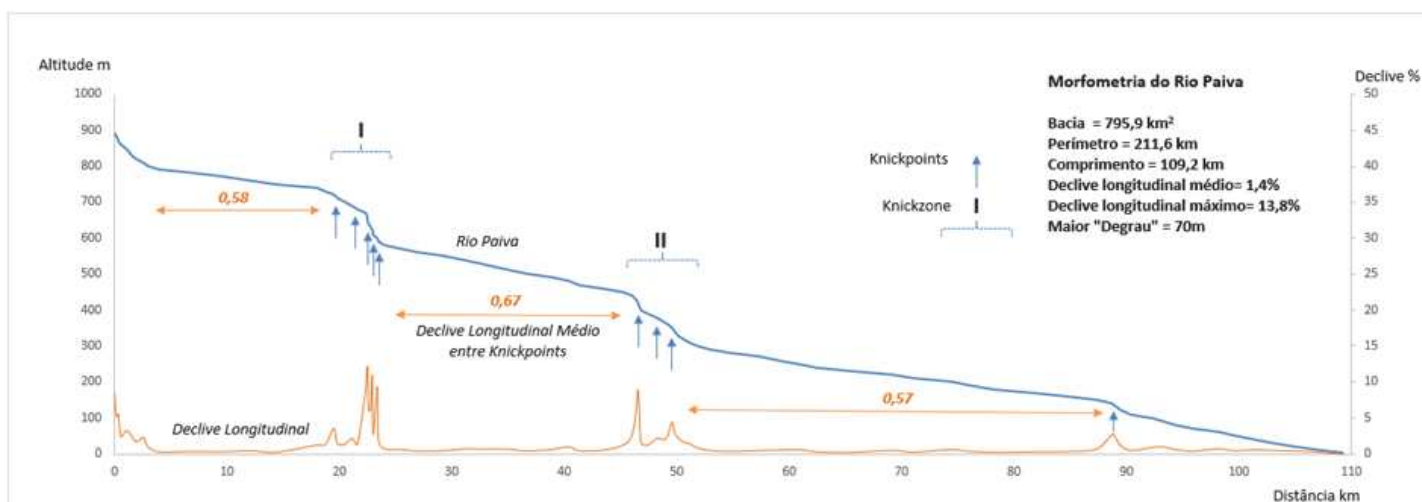


Figura 2. Perfil longitudinal do Rio Paiva e síntese morfométrica.

## CONCLUSÕES

Com a metodologia utilizada, numa rápida análise da bacia do Paiva, verificamos que a sua bacia se estende por uma área de aproximadamente 796 Km<sup>2</sup>. Ao longo dos 109 Km de comprimento rio Paiva encontramos 9 Knickpoints em 3 áreas distintas. Através do índice de inclinação normalizado, onde os resultados foram classificados em 9 classes, os valores mais elevados, o máximo registado é 906, são visíveis nos segmentos onde é confirmada a existência dos Knickpoints sendo os valores inferiores, o mais baixo 16, visíveis nos troços do rio mais próximos do equilíbrio. Combinando os factores condicionantes, a litologia destaca-se nos resultados, sendo visível

que os Kps existem nas áreas onde ocorre a mudança de rochas de baixa resistência para rochas de elevada resistência ou ainda nos afloramentos de filões. Interligando estes factores com o processo da erosão remontante, os afluentes podem sofrer o alastramento da vaga erosiva e dar-se-á o nascimento de novos Knickpoints.

Num futuro estudo será interessante incluir factores secundários não considerados neste estudo, i.e., o nível de base, o caudal e a precipitação para verificar a sua significância na explicação da génese e evolução do perfil longitudinal do Rio Paiva.

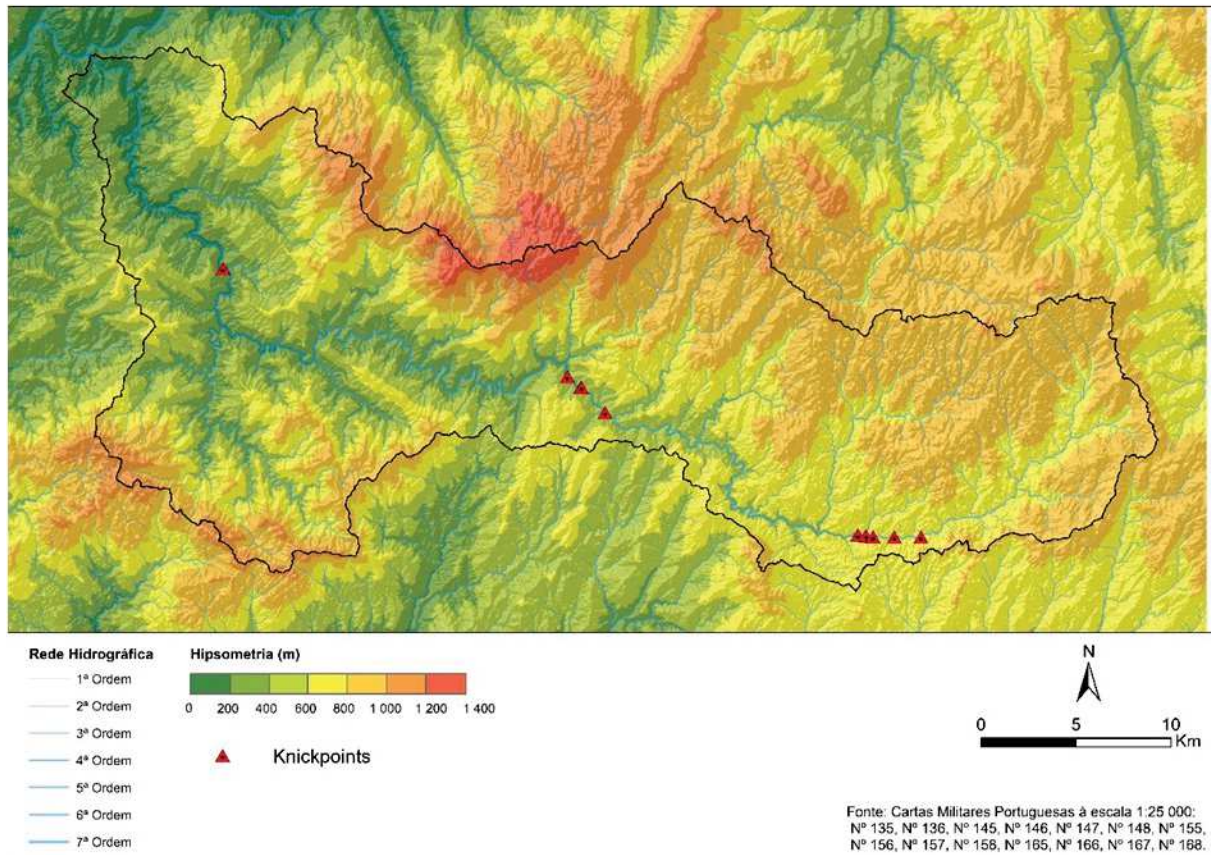


Figura 3. Hipsometria, rede hidrográfica e knickpoints na bacia do Paiva.

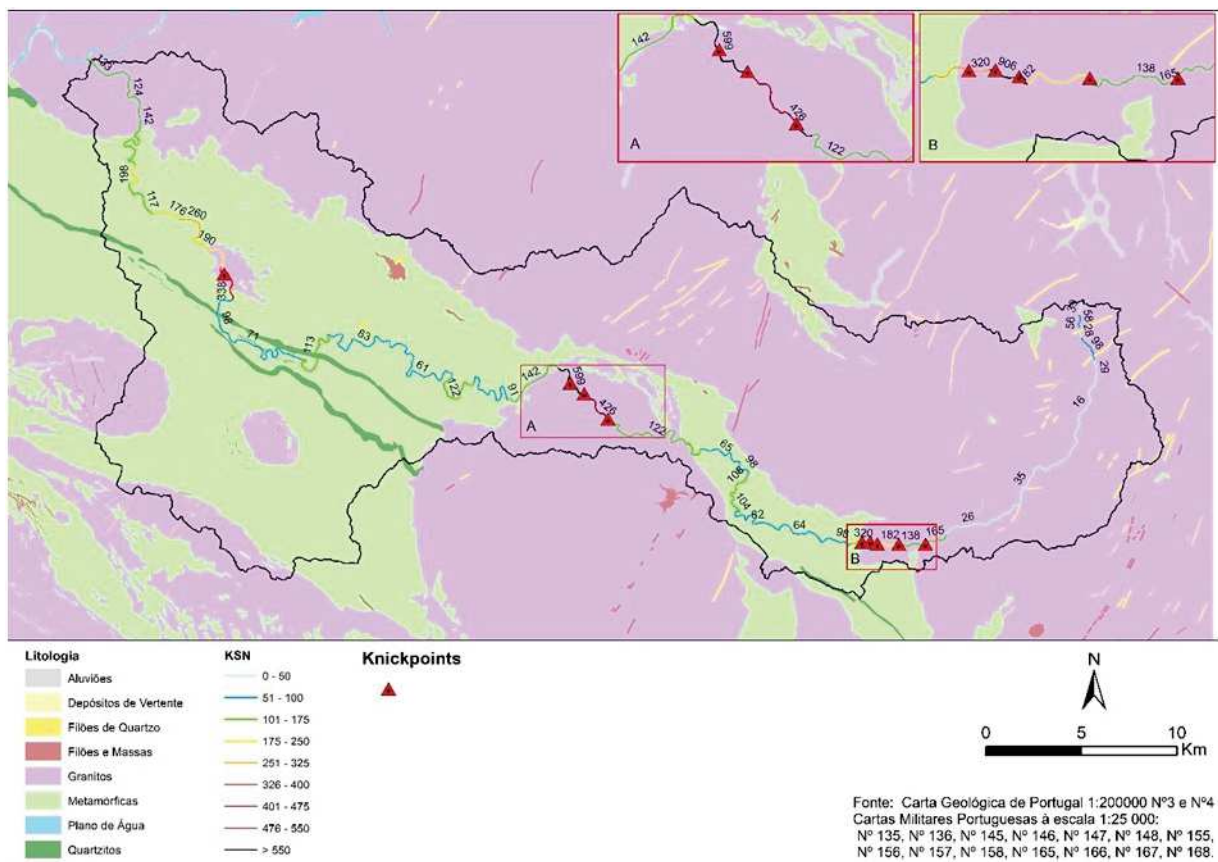


Figura 4. Classes do  $K_{SN}$ , Litologia e Knickpoints na Bacia do Paiva

## BIBLIOGRAFIA

- Martins, A. A. 2012. "Transient Knickpoints" no Leito dos Rios, Significado na Evolução da Paisagem. *Two Decades of Earth Science Research*, On the occasion of the 20th anniversary of the CGE, 1: 93 - 98.
- Martins, A. A., et al. 2016. *Tectonic and lithological controls on fluvial landscape development in central-eastern Portugal: Insights from long profile tributary stream analyses*, p. 1 - 10.
- Ferreira, A.B. 1978. *Planaltos e Montanhas do Norte da Beira. Estudo de Geomorfologia*, p. 134-140.
- Flint, J.J. 1974. Stream gradient as a function of order, magnitude, and discharge. *Water Resources Research*, 10 (5): 969–973.
- Gardner, T. W. 1983. Experimental study of knickpoint and longitudinal profile evolution in cohesive, homogeneous material. *Geological Society of America Bulletin*, 94: 664-672.
- Goldrick, G.; Bishop, P. 2007. Regional analysis of bedrock stream long profiles: evaluation of Hack's SL form, and formulation and assessment of an alternative (the DS form). *Earth Surf. Process. Landf.* 32: 649–671.
- Goudie, A.S. 2004. *Encyclopedia of Geomorphology*, vol. 1. Routledge, London and New York.
- Hack, J.T. 1957. *Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland*, U.S. Geological Survey Professional Paper 294-B, p. 97.
- Hack, J.T. 1973. Stream profile analysis and stream-gradient index, *U.S. Geological Survey Journal of Research*, 1 (4): 421–429.
- Wobus, C; Whipple, K.; Kirby, E.; Snyder, N.; Johnson, J.; Spyropolou, K.; Crosby, B.; Sheehan, D. 2006. Tectonics from topography: Procedures, promise and pitfalls. *Tectonics, Climate and Landscape Evolution: Geological Society of America Special Paper 398*, Penrose Conference Series, p. 55-74