



# CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DAS RIPPLES NA PLATAFORMA RASA ADJACENTE AO PORTO DO PECÉM, MARGEM SEMIÁRIDA DO BRASIL

Ryan Lima Ferreira <sup>1</sup>  
Antonio Rodrigues Ximenes Neto <sup>2</sup>  
Regimário Pereira Lima Filho <sup>3</sup>  
Francisco Gleidson da Costa Gastão <sup>4</sup>  
Lidriana de Souza Pinheiro <sup>5</sup>

## RESUMO

As ripples são formas de fundo sedimentares que ocorrem no assoalho marinho, sendo que os seus aspectos morfológicos fornecem importantes contributos acerca da interação fluido-sedimento. Desta forma, este estudo apresenta como objetivo a caracterização morfológica de ripples no assoalho marinho próximo ao Porto do Pecém, Ceará. Para isso, foram realizadas filmagens do fundo marinho com o auxílio de um Remotely Operated Vehicle (ROV) modelo BlueRov2, sendo assim, 8 transectos de 100m em linha reta foram realizados entre 10-15m de profundidade. Em laboratório, foram realizadas medições nas ripples mapeadas, através da quantificação de suas alturas (a), comprimentos (c), altura máxima ( $a_{max}$ ) e índice de ripple (c/a). Ressalta-se que a medida do comprimento foi obtida com o laser do ROV e as alturas utilizando as equações de Flemming ( $a = 0,0667c^{0,8098}$  e  $a_{max} = 0,16.c^{0,84}$ ). Após a análise desses dados foi verificado que a média geral de comprimento das ripples nos 8 transectos foram de 37,4 cm, a altura média de 2,9 cm, a altura máxima de 6,9 cm e o índice de ripple de 12,4. Com isso, dois padrões métricos ocorrem: i) 87,5% da área apresentam valores em seus comprimentos < 60 cm, e foram caracterizados com Ripples, ii) 12,5% da área apresentando valores de comprimentos > 60 cm, que são caracterizados como Dunas. Em relação aos aspectos de forma das cristas das ripples, evidencia-se a predominância de cristas retas e onduladas com boa continuidade. Em linhas gerais, as cristas apresentam em sua composição material siliciclástico, enquanto nas calhas, uma mescla de grãos bioclásticos com siliciclásticos é mais evidente. A análise dos dados obtidos demonstra que as características das Ripples e Dunas são uma resposta a fatores associados à dinâmica fluido-sedimento que são variáveis a nível local, tais como a ação das ondas e correntes, o tipo e/ou a disponibilidade de sedimento.

## INTRODUÇÃO

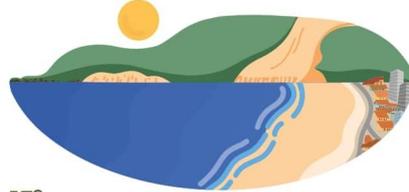
<sup>1</sup> Graduando do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [ryanlimasb123@gmail.com](mailto:ryanlimasb123@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [antonio.ximenes@ufrn.br](mailto:antonio.ximenes@ufrn.br);

<sup>3</sup> Doutorando do Curso de Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará - UFC, [regimario@alu.ufc.br](mailto:regimario@alu.ufc.br);

<sup>4</sup> Doutor pelo Curso de Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará - UFC, [f.gleidson@ufc.br](mailto:f.gleidson@ufc.br);

<sup>5</sup> Professora do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR - UFC, [Lidriana.lgco@gmail.com](mailto:Lidriana.lgco@gmail.com).



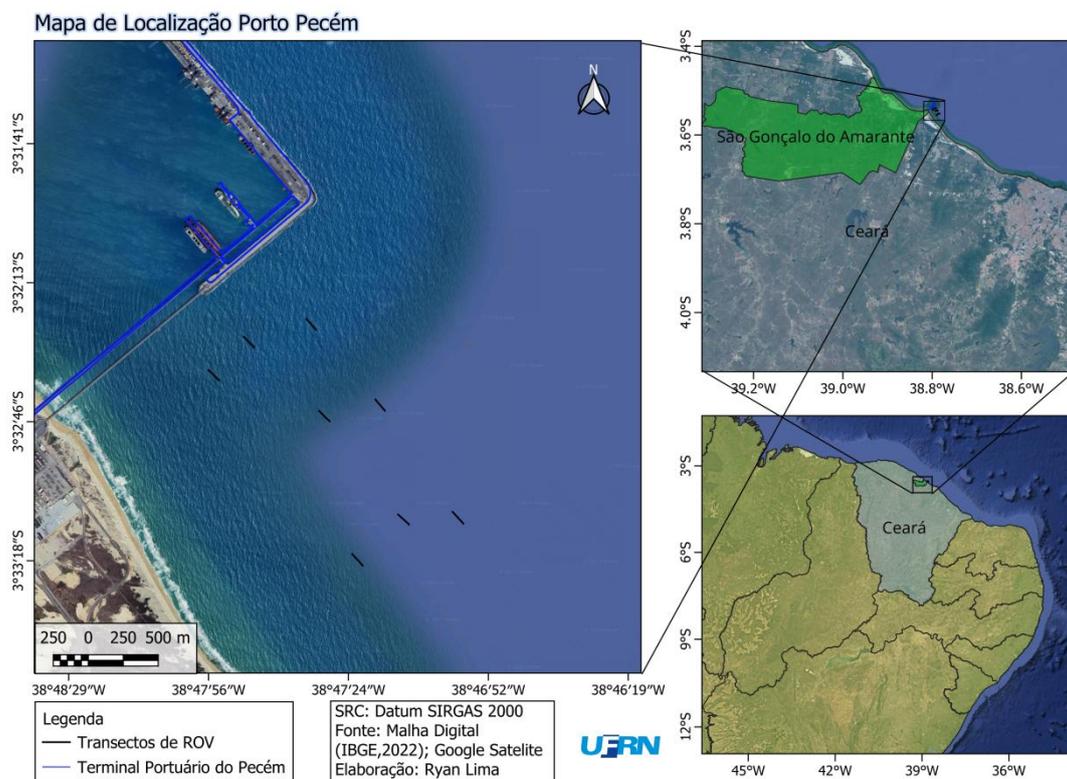
## 15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

O ambiente marinho é marcado por uma intensa morfodinâmica, em que ocorrem uma diversidade de feições, variando desde cadeias de montanhas submersas até formas de fundo formadas por sedimentos não coesos, na qual se engloba as ripples e dunas bidimensionais e tridimensionais (Flemming, 1988).

As ripples ocorrem no assoalho marinho, sendo que os seus aspectos morfológicos fornecem importantes contributos acerca da interação fluido-sedimento, essas formações respondem rapidamente a dinâmica do fluxo e muitas vezes essas feições são pequenas demais para o uso eficiente da batimetria (Leo koop et al., 2020).

O estudo apresenta como objetivo a caracterização morfológica de ripples via levantamento com Veículo Operado Remotamente (ROV) no assoalho marinho próximo ao Porto do Pecém, Ceará (Fig. 1). Com isso, uma análise quantitativa nas ripples permitiu a diferenciação de características para uma compreensão preliminar dos aspectos morfodinâmicos locais.

Figura 1: Mapa de localização do porto Pecém e dos transectos do ROV.



## METODOLOGIA

Para este estudo, foram realizadas filmagens do fundo marinho com o auxílio de um Remotely Operated Vehicle (ROV) modelo BlueRov2, sendo assim, 8 transectos de 100m em linha reta foram realizados entre 10-15m de profundidade. Em laboratório, foram realizadas medições sobre as ripples mapeadas, através da quantificação de suas alturas ( $a$ ), comprimentos ( $c$ ), altura máxima ( $a_{\max}$ ) e índice de ripple (IDR). Ressalta-se que a medida do comprimento foi obtida com o laser do ROV e a altura utilizando as equações de Flemming ( $a = 0,0667c^{0,8098}$  e  $a_{\max} = 0,16.c^{0,84}$ ). O índice de ripple é obtido por uma divisão do comprimento pela altura das ripples e fornece informações sobre a intensidade e direção do fluxo que atuam na área. As quantificações foram organizadas em planilhas no Excel, sendo usados para a construção de tabelas e gráficos para melhor interpretação dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

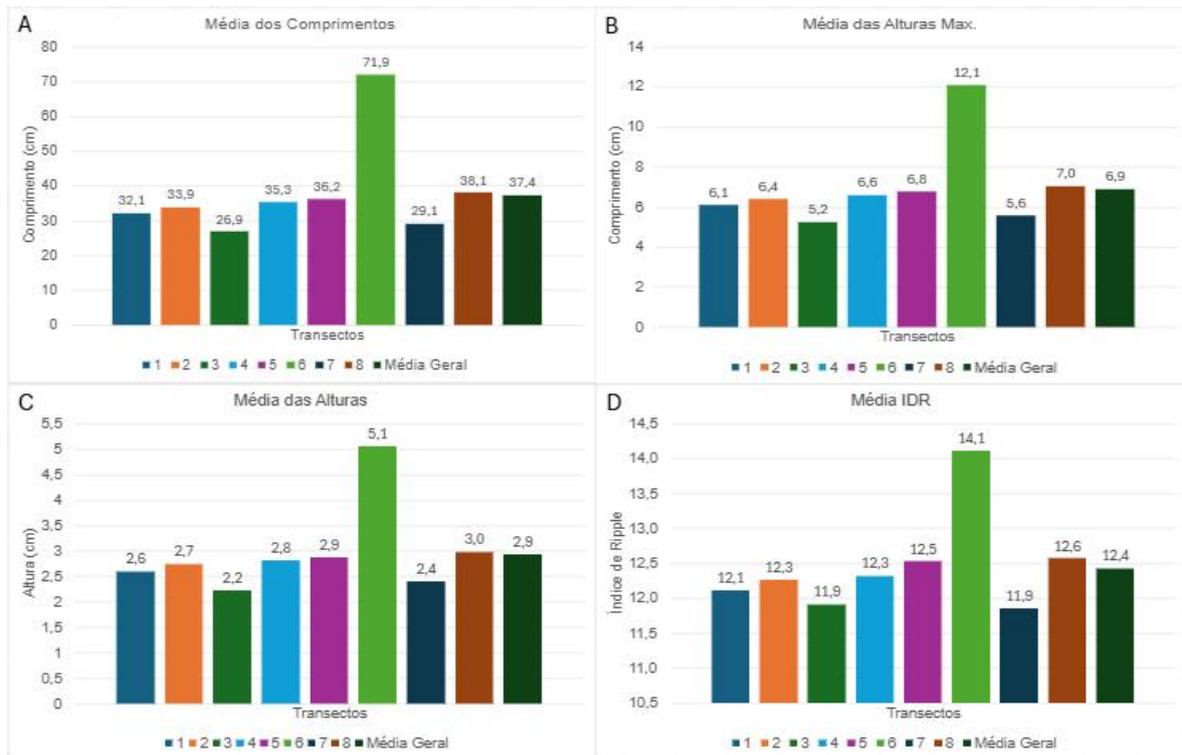
Foram quantificadas 128 formas de fundo (ripples e dunas 2D), dispersas entre os 8 transectos com diferentes isóbatas, a tabela 01 mostra como foram divididas as formas de fundo.

Tabela 1. Organização da quantidade de ripples e dunas por cada transecto.

Identificação	Isóbata (m)	Ripples (< 60 cm)	Dunas (> 60 cm)	Total
Transecto 1	10.3	13	-	13
Transecto 2	13.1	15	-	15
Transecto 3	14.4	17	-	17
Transecto 4	13	5	-	5
Transecto 5	15.2	19	-	19
Transecto 6	12.3	2	13	15
Transecto 7	13.3	24	-	24
Transecto 8	14.7	19	1	20

Os transectos apresentam uma predominância na formação de ripples, com exceção do transecto 6, que conta com maior quantidade de Dunas em relação aos outros transectos, mesmo estando separados por só algumas centenas de metros, como visto na figura 1. Analisando os gráficos A, B, C e D presentes na Figura 2, é possível visualizar melhor essa diferença em todos os aspectos métricos dos transectos.

Figura 2: Representação de 4 gráficos com médias das medidas obtidas pelas filmagens de ROV das formas de fundo. A) representa a média dos comprimentos das ripples e dunas; B) representa a média das alturas máximas das ripples e dunas; C) representa a média de altura das ripples e dunas; D) representa a média do índice de ripple das ripples e dunas.



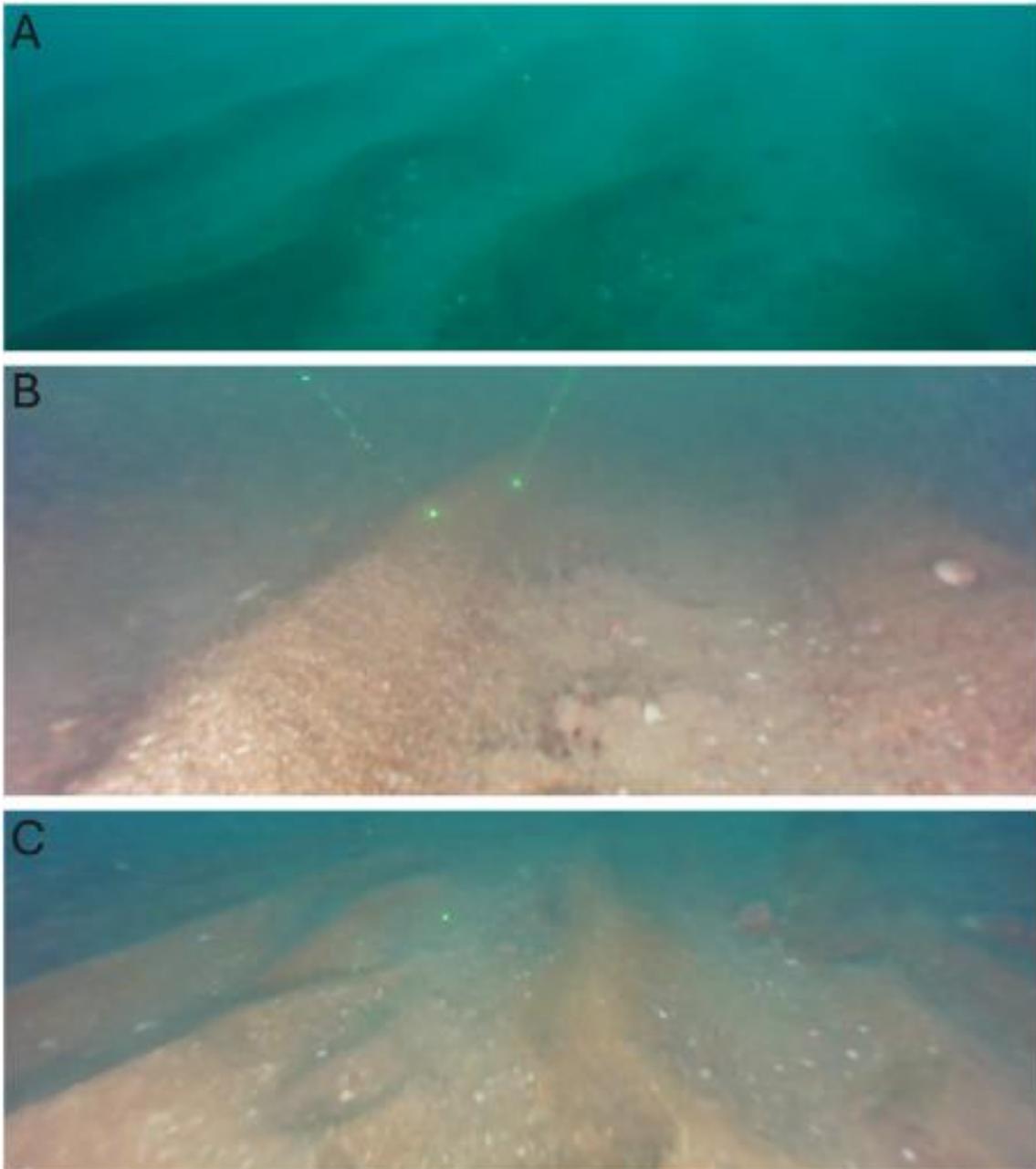
Foi verificado que a média geral de comprimento das ripples nos 8 transectos foram de 37,4 cm (26,9 a 71,9 cm), a altura média foi de 2,9 cm (2,2 a 5,1 cm), a altura máxima foi de 6,9 cm (5,2 a 12,1 cm) e o índice de ripple foi de 12,4 (11,9 a 14,1). Com isso, dois padrões métricos ocorrem: i) 87,5% da área apresentam baixos valores nas métricas, tais como comprimento médio em 26,9 a 38,1cm, alturas médias variando entre 2,2 a 3 cm e altura máxima variando de 5,2 a 7 cm; ii) 12,5% da área apresentando elevados valores métricos, como visto no comprimento médio (71,9 cm), altura média (5,1cm) e altura máxima (12,1cm).

A área apresenta uma mescla de ripples e dunas simétricas 2D, onde as cristas são retas formadas por areia siliciclástica, enquanto nas calhas, um material misto (mescla de bioclásticos com siliciclásticos) é mais evidente (Fig. 3).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE  
**GEOMORFOLOGIA**

Figuras 3: Imagens obtidas pelas filmagens de ROV, aonde é possível visualizar os tipos de cristas e os feixes dos lasers usados para medir as formas.



As imagens A e C (Fig. 3) foram obtidas nos transectos 5 e 7 respectivamente, com pequena distância entre as cristas e com padrão mais sinuosos do que a imagem B. Destaca-se nas imagens a maior presença de material bioclástico nas calhas.

A formação representada na imagem B é uma Duna simétrica 2D, captura no transecto 6, sua morfologia indica que possivelmente foi formada por ação de ondas, (Vaucher e Dashtgard, 2021). Ressalta-se que essa região onde se encontra essas feições de crista reta também podem sofrer influência de correntes que fluem para NW (Freitas,



2015), o que pode interferir na formação de feições em fluxo com velocidade baixas (Ashley et al., 1990), assim como os demais transectos.

Desta forma, além dos aspectos hidráulicos, outros fatores devem ser levados em consideração, visto que todas as formas estão submetidas a pouca diferença em suas isóbatas (10-15m), destacando-se assim o tamanho do grão dos sedimentos e suas proporções de siliciclásticos e bioclásticos como fundamentais na gênese e dinâmica morfosedimentar da área estudada (Reineck e Singh, 1980; Flemming, 1988; Ashley et al., 1990; Ximenes Neto et al., 2018; Vaucher e Dashtgard, 2021; Wu et al., 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente marinho adjacente ao porto do Pecém é um local com uma intensa dinâmica morfosedimentar, como foi visualizado na variação dos padrões dos campos de ripples e dunas. Essas feições são produto da interação direta dos fluxos e os sedimentos, o que fornece informações preliminares sobre aspectos hidrodinâmicos em um substrato sedimentar misto na região metropolitana de Fortaleza.

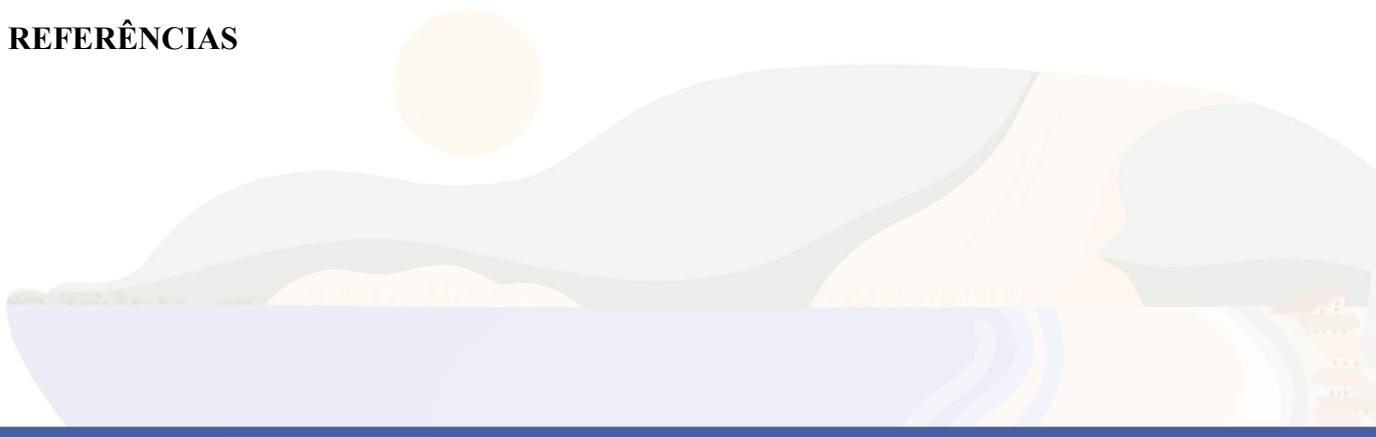
Ressalta-se que a continuação de trabalhos com mapeamento do fundo marinho em alta resolução é essencial nessa plataforma continental de usos múltiplos.

**Palavras-chave:** Ambiente Marinho, ROV, Formas de Fundo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Aplicada (LAGESA) pelo apoio de infraestrutura. Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da UFRN pela concessão de bolsas e ao seu projeto vinculado “Mapeamento e Caracterização da Paisagem Submersa na Plataforma Continental da Bacia Potiguar Ocidental”.

## REFERÊNCIAS





ASHLEY, G.M. Classification of large-scale subaqueous bedforms: A new look at an old problem. *SEPM Bedforms and Bedding Structures. Journal of Sedimentary Petrology*, V. 60, P. 160-172, 1990.

FLEMMING, B. W. **On the classification of subaquatic flow-transverse bedforms.** In: BOCHUMER GEOL. U. GEOTECH. ARB, V. 29, P. 44–47, 1988.

FREITAS, P.P., 2015. **Modelagem hidrodinâmica da circulação sobre a plataforma continental do Ceará e Brasil.** Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. UFC.

KOOP, LEO et al. Measuring Centimeter-Scale Sand Ripples Using Multibeam Echosounder Backscatter Data from the Brown Bank Area of the Dutch Continental Shelf. *Geosciences*, Basel, V. 10, n. 495, P. 1–21, 2020.

REINECK, H.-E; SINGH, I. B. **Depositional Sedimentary Environments with Reference to Terrigenous Clastics.** 2 ed. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag. P. 22–52, 1980.

ROCHA, A. K. R; VIRAL, H.; GOMES, M. P.; ROCHA, G. R. Bedforms Characterization of the Açú Estuary (NE Brazil). *Journal of Coastal Research*, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium). Lisboa, Portugal, 2009.

VAUCHER, R.; DASHTGARD, S. E. **Nearshore Bedforms.** In: *Treatise on Geomorphology*. Elsevier Inc. 2021.

XIMENES NETO, A.R., MORAIS, J.O., CIARLINI, C., 2018. Modern and relict sedimentary systems of the semi-arid continental shelf in NE Brazil. *J. South American Earth Sci.* 84, 56–68.

WU, X.; FERNANDEZ, R.; BAAS, J. H.; MALARKEY, J.; PARSONS, D. R. Discontinuity in equilibrium wave-current ripple size and shape and deep cleaning associated with cohesive sand-clay beds. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, V. 127, 2022.