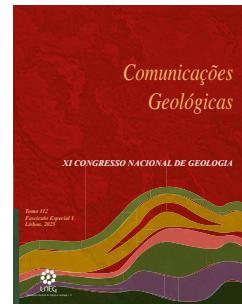


Pegadas de terópodes da Formação de Papo Seco (Barremiano inferior, Cabo Espichel, Bacia Lusitânica)

Theropod tracks from the Papo Seco Formation (lower Barremian, Cabo Espichel, Lusitanian Basin)

S. D. Figueiredo^{1*}, I. S. Carvalho², P. P. Cunha³, X. Pereda-Suberbiola⁴,
 C. Neto de Carvalho⁵, I. Díaz-Martínez⁶, T. Garcias⁷



DOI: <https://doi.org/10.34637/e936-4184>

Received on 14/10/2023 / Accepted on 20/03/2024

Published online in April 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

Artigo original
 Original article

Resumo: Descrevem-se novas pegadas de terópodes encontradas na Boca do Chapim, a norte do Cabo Espichel (Formação de Papo Seco, Barremiano inferior). Quatorze pegadas de terópodes foram identificadas na primeira camada desta formação. Foram identificados dois tipos diferentes de pegadas de terópodes, que ocorrem em diferentes áreas e níveis desta camada. O primeiro tipo, constituído por pegadas mais pequenas e com dígitos finos, atribuímos a terópodes indeterminados; o outro tipo, constituído por quatro pegadas, é atribuído ao icnogénero *Megalosauripus* isp.. Sugere-se que foram produzidos por terópodes de tamanho médio, sobre um substrato de lama carbonatada, provavelmente num ambiente costeiro associado a uma lagoa. Estes vestígios e outros anteriormente descritos na subjacente Formação de Areia do Mastro, sugerem uma continuidade temporal dos principais grupos de dinossauros que frequentavam esta zona, durante o início do Barremiano, embora as pegadas da Formação de Papo Seco agora descritas sugiram uma maior diversificação das espécies de terópodes.

Palavras-chave: Pegadas de dinossauros, Cretácico Inferior, Portugal, ambiente raso litoral

Abstract: New theropod tracks found in Boca do Chapim, north of Cape Espichel (Papo Seco Formation, lower Barremian) are presented. Fourteen theropod tracks were identified on the lowermost bed of this formation. Two different types of theropod footprints have been identified, which occur at two different levels of this bed. The first type, consisting of smaller footprints with narrow digits, is attributed to undetermined theropod tracks; the other type, consisting of four tracks, is assigned to the ichnogenus *Megalosauripus* isp.. It is suggested that they were produced by medium-sized theropods, on a carbonate mud substrate, probably in a coastal environment associated with a lagoon. These tracks and others previously described in the underlying Areia do Mastro Formation, suggest a temporal continuity of the principal groups of dinosaurs that frequented this area, during the early Barremian, although the tracks of the Papo Seco Formation described in this work suggest a greater diversification of the theropod species.

Keywords: Dinosaur tracks, Lower Cretaceous, Portugal, shallow coastal environment

⁶ Department of Earth Sciences and Condensed Matter Physics, Faculty of Sciences, University of Cantabria, Santander 39005, Cantabria, Spain.

⁷ Centro Português de Geo-História e Pré-História, Portugal

* Autor correspondente / Corresponding author: silverio.figueiredo@ipt.pt

1. Introdução

Durante o Cretácico Inferior, terópodes e outros grupos de dinossauros habitaram a Europa, incluindo a Península Ibérica (Antunes, 1976; Lockley *et al.*, 1994; Santos, 2008; Figueiredo *et al.*, 2015, 2017, 2021, 2022a,b). Desde o século XIX que restos fósseis de peixes, crocodilos, tartarugas, pterossauros, peixes e dinossauros foram descritos na Formação de Papo Seco (Lapparent e Zbyszewski, 1957; Buffetaut, 2007; Figueiredo, 2010; Mateus *et al.*, 2011; Figueiredo *et al.*, 2015, 2016). Em relação aos fósseis de dinossauros foram descritos restos de terópodes (Lapparent e Zbyszewski, 1957; Buffetaut, 2007; Mateus *et al.*, 2011; Figueiredo *et al.*, 2015; Mateus e Estraviz-López, 2022); saurópodes (Lapparent e Zbyszewski, 1957; Figueiredo *et al.*, 2015, 2023) e ornitópodes (Lapparent e Zbyszewski, 1957; Figueiredo *et al.*, 2015, 2016, 2022c).

Na zona do Cabo Espichel têm sido descritos vários icnossítios do Jurássico Superior e do Cretácico Inferior com pegadas de dinossauros (Antunes, 1976; Lockley *et al.*, 1994; Figueiredo *et al.*, 2021). Nos últimos anos, novos icnossítios, localizados a norte do Espichel foram descritos, nas formações de Areia do Mastro e Papo Seco (Figueiredo *et al.*, 2017, 2021, 2022a,b). Do Cretácico Inferior português estão descritos oito icnossítios com pegadas de dinossauros (e.g. Antunes e Mateus, 2003; Santos, 2008; Figueiredo *et al.*, 2022b); destes, quatro possuem pegadas de terópodes (Lagosteiros, Praia de Salema, Praia Grande e Boca do Chapim/Areia do Mastro) (Santos, 2008; Figueiredo *et al.*, 2021).

Em 2022 foram identificadas, na primeira camada da Formação de Papo Seco, pegadas de terópodes e algumas de saurópodes e de ornitópodes. Estas últimas, encontram-se em mau estado de preservação. Este trabalho tem por objetivo a descrição das pegadas de terópodes.

2. Enquadramento geológico

As pegadas estão localizadas na Boca do Chapim, a cerca de 2 km a norte do Cabo Espichel, nas coordenadas 38°26'02" N / 9°12'43" W

¹ Instituto Politécnico de Tomar; Centro Português de Geo-História e Pré-História; Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Portugal

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências; Centro de Geociências da Univ. Coimbra, Portugal

³ Universidade de Coimbra; MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente/ ARNET – Rede de Investigação Aquática, Departamento de Ciências da Terra, Coimbra, Portugal

⁴ Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Facultad de Ciencia y Tecnología, Dpto. Geología.

⁵ Geopark Naturejo Mundial da UNESCO Global; Instituto Dom Luiz, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal; Centro Português de Geo-História e Pré-História.

(Figura 1-A,B). A sucessão sedimentar exposta inclui calcários, margas, arenitos e níveis de cascalho, depositados em ambientes marinhos rasos, lagunares e estuários. Esta sucessão compreende três unidades litoestratigráficas do Cretáceo Inferior (de baixo para cima; estratigrafia formal de acordo com Rey, 1992): Formação de Areia do Mastro e a Formação de Papo Seco, atribuídas ao Barremiano inferior; e a Formação da Boca do Chapim, atribuída ao Barremiano médio (Rey, 1972; Manuppella et al., 1999; Aillud, 2001; Dinis et al., 2008; Figueiredo et al., 2020) (Figura 1C,D).

As pegadas ocorrem na primeira camada da Formação de Papo Seco, que assenta sobre uma sucessão constituída pelos últimos estratos da Formação de Areia do Mastro, onde se descreveram também pegadas de dinossauros (Figueiredo et al., 2021, 2022a,b) (Figura 2). As camadas basais da Formação de Papo Seco compreendem arenitos finos amarelo-escuros, com 1,0-1,2 m de espessura, intercalados com algumas margas cinzentas-claras e verdes, até 2,7 m de espessura. A camada onde ocorrem estas pegadas corresponde aos arenitos finos, descritos na Notícia Explicativa da CGP, folha 38B, como correspondentes às primeiras camadas da Formação de Papo Seco (Manuppella et al., 1999), que apresentam estruturas sedimentares relacionadas com a

hidrodinâmica (correntes ao longo dos canais de maré), restos de lenhite (em alguns níveis) e concreções dolomíticas. Estes leitos da Formação de Papo Seco indicam um ambiente deposicional, correspondente a uma lagoa submareal a intermareal adjacente a uma barreira litorânea arenosa (Figura 2).

3. Material e métodos

Este estudo consiste na análise de 14 pegadas de terópodes. O trabalho de campo compreendeu a obtenção de medidas; realização de fotografia aérea; usando um drone DJI-MINI3; levantamento fotográfico, usando uma máquina fotográfica Cannon 100D e codificação de cada pegada. A localização geográfica e a orientação de cada pista também foram registadas, com recurso a Bússola do sistema IOS. Foi feita uma base de dados com informações sobre cada pegada: código, localização, orientação e medidas. A partir das tabelas de campo contendo as coordenadas. Foi produzido um mapa (Figura 3), que permitiu obter a sua distribuição espacial. A fotogrametria de algumas pegadas e a representação de falsa-cor foram feita usando o programa Blender 4.0, apartir do registo fotográfico realizado no campo. As fotografias foram tratadas nos programas Photoshop 23.3 e Gimp 2.10.36.

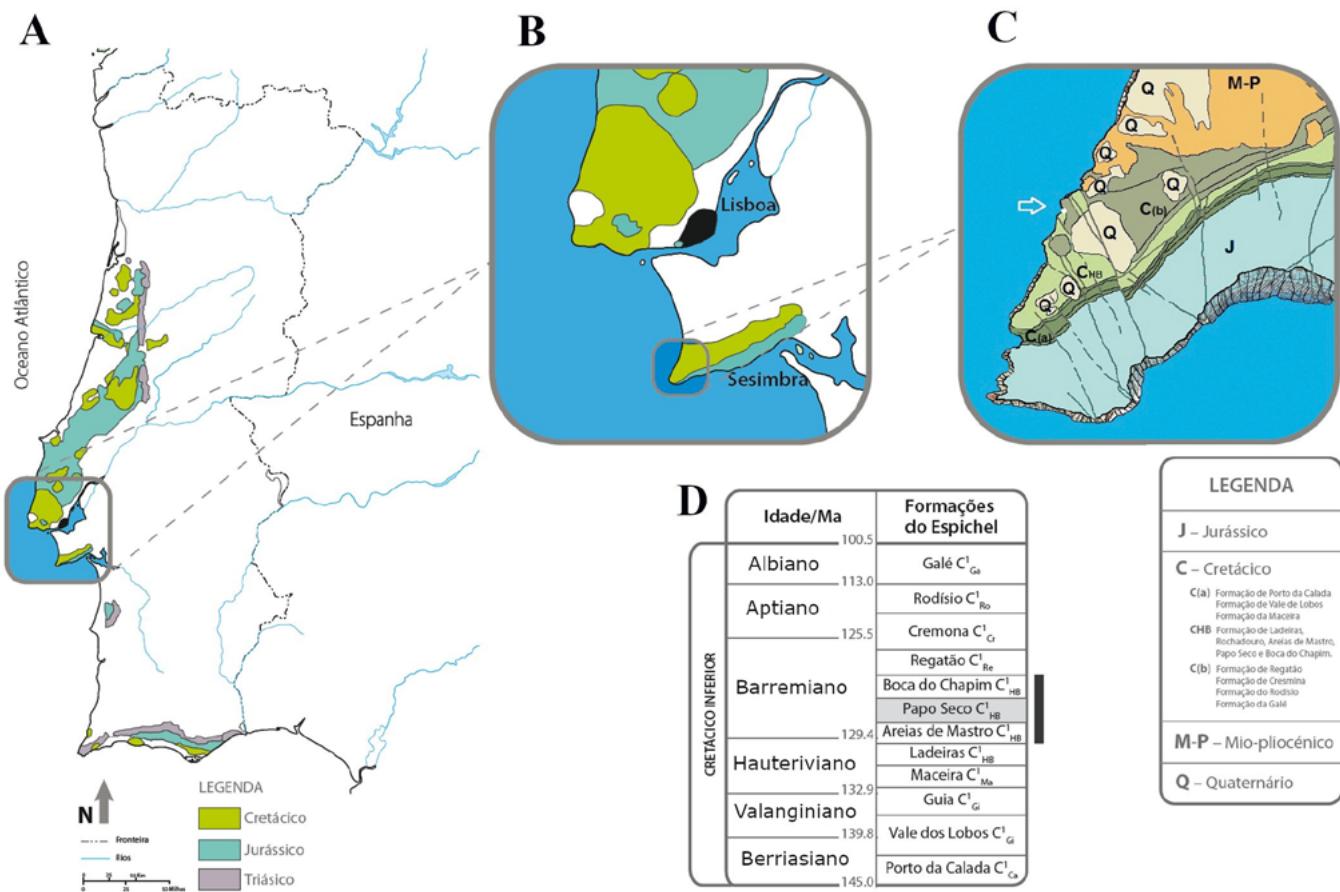


Figura 1. Localização e geologia do icnossítio da Boca do Chapim. A – as penínsulas de Lisboa e Setúbal no mapa de Portugal; B – localização do cabo Espichel na Península de Setúbal; C – Localização da Boca do Chapim sobre a Carta Geológica do Espichel; D – Sequência das formações do Espichel: a barra preta indica a sequência na Boca do Chapim. (Segundo Manuppella et al., 1999).

Figure 1. Location and geology of the ichnosite of Boca do Chapim. A –peninsulas of Lisbon and Setúbal on the map of Portugal; B – location of Cabo Espichel on the Setúbal Peninsula; C – Location of Boca do Chapim on the Geological Map of Espichel; D – Sequence of the formations of Espichel: the black bar indicates the sequence in the Boca do Chapim. (According to Manuppella et al., 1999).

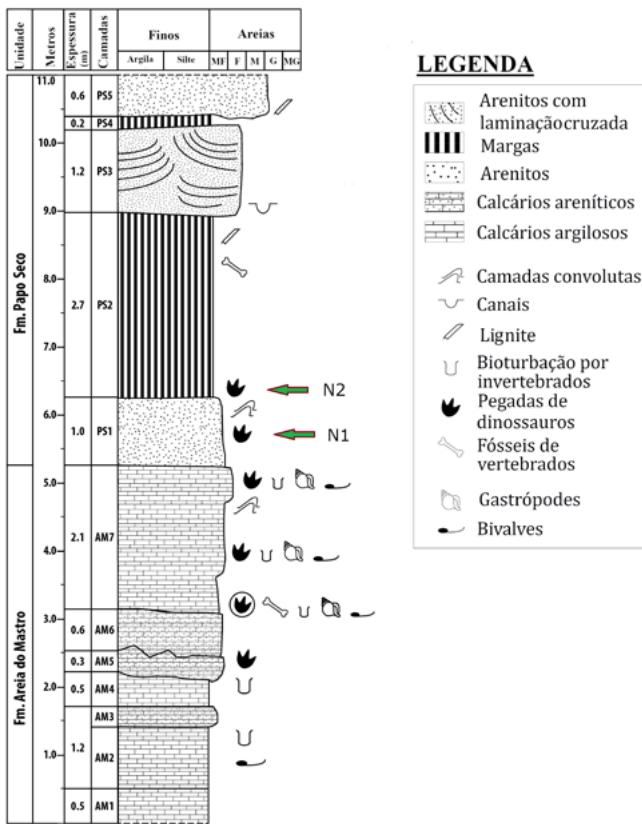


Figure 2. Stratigraphic column of the Boca do Chapim ichnosite. The arrows indicate the occurrences of the tracks of the Papo seco Formation, in Boca do Chapim site (Adapted from Figueiredo et al., 2022b).

4. Resultados

As pegadas foram identificadas em duas áreas (Loc1 e Loc2; Figura 3), da mesma camada, mas distanciadas entre si, cerca de 25 metros. No Loc1 identificaram-se 12 pegadas: duas num nível inferior (N1), sobre um tapete microbiano, e dez no topo da camada (N2) (Figura 4 A-K). No Loc2, no nível 2 da camada, foram identificadas mais duas pegadas (Figura 4L-M). As camadas do Loc1-N1 são impressões em relevo negativo, correspondente à depressão do sedimento devido à pressão da pata do animal; as restantes pegadas, encontradas no N2 de Loc1 e Loc2, apresentam-se em relevo positivo, constituindo-se como moldes naturais, resultantes da compressão do sedimento devido ao peso exercido pelo produtor, gerando volumetria, à semelhança de muitas das pegadas identificadas no topo de Formação de Areia do Mastro, também na Boca do Chapim (Figueiredo et al., 2022a), como é perceptível na Figura 5D-F. Todas as pegadas são tridácticas e mais compridas do que largas (Tabela 1). As pegadas do Loc1.N1 e do Loc2 encontram-se completas, enquanto as pegadas do Loc1.N2, 7 encontram-se inteiras e 4 apenas se preservam em parte, destas duas correspondem apenas ao dígito II (Figura 4).

Foram identificados dois tipos de pegadas: com comprimentos entre 20 e 40 cm, digitigradas, tridácticas, assimétricas e alongadas, dígitos finos e com o DIII reto, localizadas no Loc1-N2 (Figura 4), das quais, três constituem um trilho estreito. Não foi possível identificar a impressão de almofadas plantares. O ângulo de dívergência entre os dígitos situa-se entre 44,5° (max.) e 25,7

LEGENDA

	Areias	Finos	Camadas
Unidade	Metros	Expressura (m)	Camadas
			Argila Sílite Mf F M G Hg
11.0	0.6	PS5	
	0.2	PS4	
10.0	1.2	PS3	
	2.7	PS2	
	1.0	PS1	
5.0	2.1	AM7	
	0.6	AM6	
	0.3	AM5	
	0.5	AM4	
	1.2	AM3	
	0.5	AM2	
	0.5	AM1	

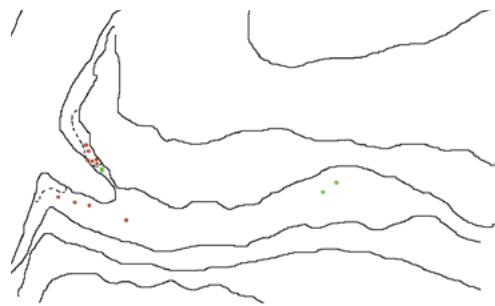


Figura 3. Mapa da Boca do Chapim com a localização das pegadas de terópodes. A vermelho as pegadas de “tipo 1” e a verde as pegadas de “tipo 2”. As curvas de nível correspondem à base das camadas da Fm. Papo Seco desenhadas na figura 2. Escala: 10 m.

Figure 3. Map of Boca do Chapim with the location of theropod tracks. In red the footprints of “type 1” and in green the footprints of “type 2”. The contour lines correspond to the base of the beds of Fm. Papo Seco, drawn in figura 2. Scale: 10 m

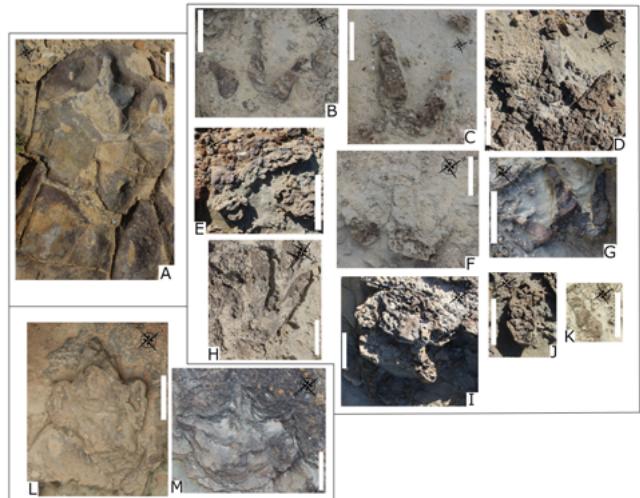


Figura 4. Pegadas de terópodes identificadas na camada basal (PS1) da sequência da Boca do Chapim: A – Loc1.N1.1 e 2; B - Loc1.N2.1; C - Loc1.N.2.2; D - Loc1.N.2.3; E - Loc1.N.2.4; F - Loc1.N.2.5G - Loc1.N.2.6; H - Loc1.N.2.7; I - Loc1.N.2.8; J - Loc1.N.2.9; K - Loc1.N.2.10; L - Loc2.T1; M - Loc1.T2. Escala: 10 cm.

Figure 4. Theropod footprints (Loc1-N2) identified at the basal layer (PS1) of the Boca do Chapim sequence: A – Loc1.N1.1 e 2; B - Loc1.N2.1; C - Loc1.N.2.2; D - Loc1.N.2.3; E - Loc1.N.2.4; F - Loc1.N.2.5G - Loc1.N.2.6; H - Loc1.N.2.7; I - Loc1.N.2.8; J - Loc1.N.2.9; K - Loc1.N.2.10; L - Loc2.T1; M - Loc1.T2. Scale: 10 cm.

(min.), entre os dígitos II-III, e 50,4° a 28,9°, entre os dígitos III-IV. Apresentam-se mal preservadas e não diagnosticáveis, pelo que se consideram apenas como pegadas de terópodes. A pegada Loc1-N2.T1, identificada em 2022 e que se encontrava em melhor estado de preservação foi, entretanto, removida pela erosão ou por ação de vandalização.

O segundo tipo, que atribuímos a possíveis *Megalosauripus* isp., é constituído pelas duas pegadas de Loc1-N1 e Loc2 (Figura 5). Estas pegadas apresentam algumas das características das pegadas de *Megalosauripus* Lessertisser 1955: são alongadas e assimétricas, de tamanho médio-grande (Lockley et al., 1998). A pegada Loc1-N1.T1 tem os dígitos mais largos, conforme é visível na imagem 4L, é plantigrada e apresenta a impressão do calcâncar, que tem um formato quadrado. A Loc1-N1.T2 é digitigrada e com um grau de dívergência interdigital mais elevado. A Loc1-N1.T1 tem 27 cm de comprimento por 16 de largura, enquanto a Loc1-N1.T2 tem 26 por 17 cm. Ambas

têm o dígito III com impressão reta. O ângulo de divaricação entre os dígitos II-III é de 26,8°, na Loc1-N1.T1 e 23,6° na Loc1-N1.T2; e entre os dígitos III-IV de 29,7° na Loc1-N1.T1, e 31,7°, na Loc1N1.T2. Ambas têm a marca das garras vincadas.

A pegada Loc2.T1 tem os dígitos mais largos e um grau de divaricação interdigital mais elevado, a Loc2.T2 tem os dígitos mais finos, com a impressão do calcâncar, que tem um formato quadrado. A Loc2.T1 tem 32 cm de comprimento por 31 de largura, enquanto a Loc2.T2 tem 38 por 25 cm e ambas têm o dígito III com impressão reta. A Loc2.T2, apresenta a impressão ungueal do dígito I reta, em relação à impressão do dígito, que está orientado posterior e distalmente. Apresenta a impressão das unhas dos DII e DIII (Figura 5 A). As pegadas do Jurássico Superior de Portugal atribuídas ao icnogénero *Eutynichnium* também apresentam a impressão ungueal do dígito I; no entanto, estas apresentam a impressão ungueal do dígito I em posição mesial (Lockley et al., 1998) e não distal, como a Loc2.T2. O ângulo de divaricação entre os dígitos II-III é de 40°, na Loc2.T1 e de 23,5°, na Loc2.T2; entre os dígitos III-IV é de 36°, na Loc2.T1 e de 26,7°, na Loc2.T2. A impressão plantigrada da pegada Loc2.T1 deve-se a questões tafonómicas, especificamente à consistência e à humidade do substrato, que permitiu que o pé penetrasse mais fundo no sedimento, possibilitando também a impressão do dígito I.

5. Discussão

A determinação do icnogénero *Megalosauripus* Lessertisser, 1955 teve origem na sua correlação com as pegadas de grandes terópodes do Jurássico Superior de Portugal, atribuídas ao género *Megalosaurus* ou formas próximas (Lockley et al., 1998). As primeiras pegadas atribuídas a *Megalosaurus* foram as do Cabo Mondego (Gomes, 1916), atribuídas, mais tarde, ao icnogénero *Eutynichnium* (Lapparent e Zbysewski, 1957), que apresenta várias semelhanças com *Megalosauripus* (Carvalho et al., 2022). O icnogénero *Megalosauripus* está descrito em Portugal em Vale de Meio (Santarém, Jurássico Médio) (Santos, 2008; Razzolini et al., 2016), Praia do Porto Barril (Mafra, Jurássico Superior) ou Lagosteiros (Cabo Espichel, Cretáceo Inferior) (Antunes, 1976).

O icnogénero *Megalosauripus* é constituído por pegadas tridátilas de terópodes de tamanho médio/grande e ocorre em estratos do Jurássico Inferior ao Cretáceo Inferior da Europa, América do Norte e Ásia (Lockley et al., 1998; Razzolini et al., 2017; Carvalho et al., 2022), sendo um dos icnotáxons de terópodes mais comuns no Jurássico Superior e no Cretáceo Inferior. No entanto, apesar de ser considerado válido por Lockley et al. (1998), a sua correta atribuição e validade tem sido debatida, pois apresenta impressões tridátilas, mais longas do que largas, típicas de terópodes, o que é morfológicamente conservador e, portanto, difícil de caracterizar e distinguir (Razzolini et al., 2017).

A presença de pegadas de terópodes também ocorre nas camadas inferiores à que contêm as pegadas descritas neste trabalho. Estas outras pegadas descritas recentemente (Figueiredo et al., 2021; 2022 b) apresentam três morfótipos associados a *Megalosauripus* (Figueiredo et al., 2022 b), e com semelhanças às pegadas de tipo 2, descrito neste trabalho, mas diferentes das de tipo 1, especialmente no que diz respeito à relação entre o comprimento e a largura da pegada; e ao comprimento e largura dos dígitos, sendo as anteriormente descritas mais largas e de dedos mais grossos e mais curtos do que as de tipo 1.

5.1 Produtores

As pegadas de terópodes encontradas na Formação de Papo Seco podem ser associadas a terópodes indeterminados, no caso das pegadas de tipo 1. No que respeita às restantes pegadas (tipo 2), atribuídas

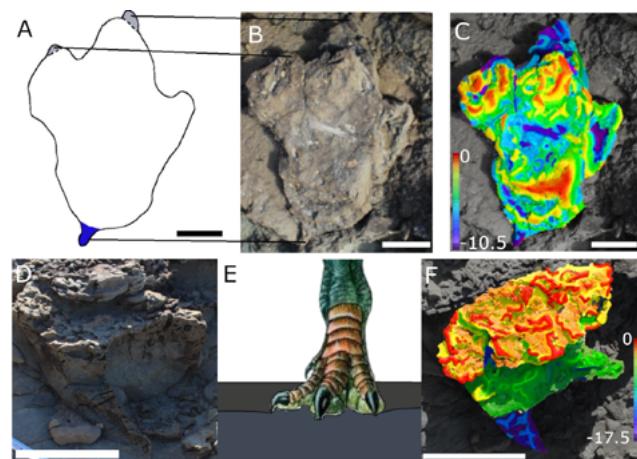


Figura 5. Pegada Loc.2.T1 e Loc1.N2.8. A - desenho da linha de contorno da pegada Loc2.T2. A cinzento a impressão das unhas; a azul, a impressão do D1.; B - Imagem da pegada Loc2.T2 e a relação dos pormenores das impressões das unhas e do D1; C - Fotogrammetria da Loc2.T2, e a identificação das diversas cotas em falsa-cor. Nota-se que a impressão do D.I tem uma profundidade maior do que os restantes, o que é consistente com a impressão desse dígito. D - fotografia da Loc1.N2.8; E - desenho que exemplifica a formação desta pegada (e das outras deste nível); fotogrammetria e identificação em falsa-cor das diferentes cotas dos elementos desta pegada. Escala: 10 cm.

Figura 5. Tracks Loc.2.T1 and Loc1.N2.8. A - drawing of the contour line of the Loc2.T2. In grey the print of the claws; in blue, the D1 print.; B - Image of the Loc2.T2 and the relationship of the details of the claws and D1 prints; C - Photogrammetry of Loc2.T2, and the identification of the various dimensions in false color. It should be noted that the print of the D.I has a greater depth than the others, which is consistent with the printing of this digit. D - photograph of Loc1.N2.8; E - drawing that exemplifies the formation of this track (and the others of this level); Photogrammetry and false-color identification of the different dimensions of the elements of this track. Scale: 10 cm.

a *Megalosauripus*, este icnogénero pode ser associado a terópodes carnossauros, segundo a definição proposta por Rauhut and Pol (2019), o que está de acordo com o registo osteológico fóssil de terópodes da Formação de Papo Seco, pois foram descritos vários restos esqueléticos de carnossauros: spinossaurídeos (Buffetaut, 2007; Figueiredo et al., 2015; Mateus e Estraviz-López, 2022); dentes de *Megalosaurus* (Lapparent e Zbysewski, 1957) e de carnossauria indet. (Figueiredo et al., 2022c).

6. Conclusões

Estas pegadas da Formação de Papo Seco ampliam o conhecimento sobre a ocorrência de pegadas de terópodes no Cretáceo Inferior português e o estudo acerca dos seus produtores permite complementar o conhecimento das faunas de terópodes do Barremiano do Espichel. Na mesma camada ocorrem, embora em menor número e em pior estado de preservação, pegadas de saurópodes e ornitópodes. A ocorrência destes grupos é consistente com os restos ósseos fósseis descritos na Formação de Papo Seco.

Foram identificados dois tipos diferentes de pegadas. As pegadas de tipo 1 podem ser associadas a terópodes indeterminados, enquanto as de tipo 2 podem ser associadas a carnossauros. Este registo (tipo 2) é consistente com o registo icnológico das camadas imediatamente subjacentes a esta, pertencentes à Formação Areia do Mastro, o que sugere uma continuidade temporal dos produtores destas pegadas. No entanto, o morfótipo (tipo 1) agora identificado, difere dos descritos para os terópodes da Formação Areia do Mastro, pois apresenta os dígitos mais finos, retos e compridos, um grau de derivação interdigital maior e são unicamente digitigradas, enquanto as das camadas do topo da Formação de Areia do Mastro são maioritariamente semi-plantigradas e plantigradas e apresentam

a impressão do calcanhar. Estas diferenças indicam ambientes de deposição diferentes e provavelmente a presença de outras espécies de terópodes, na transição entre estas duas formações.

Agradecimentos

Este trabalho teve apoio financeiro do Centro Português de Geo-História e Pré-História. A Fundação para a Ciência e Tecnologia financia os investigados SDF e PPC através dos projetos da Fundação para a Ciência e Tecnologia, nos projetos UID/Multi/00073/2020 (Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, DOI: <https://doi.org/10.54499/UIDP/00073/2020>) (SDF); UIDB/04292/2020 (MARE Base, <https://doi.org/10.54499/UIDB/04292/2020>); UIDP/04292/2020 (MARE Programático, <https://doi.org/10.54499/UIDP/04292/2020>) e LA/P/0069/2020 (Laboratório Associado ARNET, <https://doi.org/10.54499/LA/P/0069/2020>) (PPC). ISC é financiado por CNPq 303596/2016-3, (FAPERJ E-26/200.828/2021, Brasil). XS-B é financiado pelo grupo IT1485-22 (Governo Basco) e o projeto PID2021-122612OB-I00 (Ministério da Ciência e Inovação da Espanha). ID-M é financiado por Ramón y Cajal fellowship (RYC-2022) and by the Ministry of Science and Innovation of Spain. Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento pelos comentários dos revisores, que melhoraram em muito a versão final deste trabalho.

Referências

- Aillud, G. F., 2001. Palaeoecology, Palaeoenvironmental Analysis and Their Application to Sequence Stratigraphy: Lower Cretaceous, Lusitanian Basin. Ph.D. thesis, University of Plymouth.
- Antunes, M. T., 1976. Dinossáurios Eocretácicos de Lagosteiros. *Ciências da Terra*, **1**:1-35.
- Buffetaut, E., 2007. The spinosaurid dinosaur *Baryonyx* (Saurischia, Theropoda) in the Early Cretaceous of Portugal. *Geological Magazine*, **144**:1021–1025.
- Carvalho, I. S., Cunha, P. P., Figueiredo, S. D., 2022. Dinoturbation in Upper Jurassic siliciclastic levels at Cabo Mondego (Lusitanian Basin, Portugal): evidences in a fluvial-dominated deltaic succession. *Palaeoworld*, **31** (3):455-477.
- Dinis, J., Rey, J., Cunha, P. P., Callapez, P., Pena dos Reis, R., 2008. Stratigraphy and alloogenetic controls of the western Portugal Cretaceous: an updated synthesis. *Cretaceous Research*, **29**:772-780. doi: 10.1016/j.cretres.2008.05.027.
- Figueiredo, S. D., Rosina, P., Figuti, L., 2015. Dinosaurs and other vertebrates from the Papo Seco Formation (Lower Cretaceous) of southern Portugal. *Journal Iberia Geology* **41** (3):301-314.
- Figueiredo, S. D., Dinis, P., Belo, J., Rosina, P., Strantzali, I. 2017. A new record of a possible ornithopod footprint from the Lower Cretaceous of Cabo Espichel (Sesimbra, Portugal). *Bulletin Societa Paleontologica Italiana*, **56** (2):217-231.
- Figueiredo, S. D., Rosina, P., Strantzali, I., Antunes, V., Figueiredo, S., 2020. Paleoenvironmental Changing Approach on the Lower Cretaceous Sequences of Areia do Mastro (Cabo Espichel, Southern Portugal). *Journal of Environmental Science and Engineering, A* **9**:66-71 doi:10.17265/2162-5298/2020.02.003
- Figueiredo, S.D., Carvalho, C.N., Cunha, P. P., Carvalho, I. S., 2021. New Dinosaur Tracks from the Lower Barremian of Portugal (Areia do Mastro Formation, Cape Espichel). *Journal Geoscience and Environment Protection*, **9**: 84-96.
- Figueiredo, S. D., Carvalho, I. S., Pereda-Suberbiola, X., Cunha, P. P., Antunes, V., Diaz-Martinez, I., 2022a. New ornithopod footprints from the Areia do Mastro Formation (Lower Cretaceous), Espichel Cape (Portugal, Western Iberia) and their context in the Iberian ichnological ornithopod record. *Cretaceous Research*, **131**:105069.
- Figueiredo, S. D., Cunha, P. P., Pereda-Suberbiola, X., Neto de Carvalho, C., Carvalho, I. S., Buffetaut, E., Tong, H., Sousa, M. F., Antunes, V., Anastácio, R., 2022b. The dinosaur tracksite from the lower Barremian of Areia do Mastro Formation (Cabo Espichel, Portugal): implications for dinosaur behavior. *Cretaceous Research*, **137**:105219
- Figueiredo, S. D., Souza Carvalho, I., Pereda-Suberbiola, X., Cunha, P.P., Strantzali, I. B., Antunes, V., 2022c. Ornithopod dinosaur remains from the Papo Seco Formation (lower Barremian, Lusitanian Basin, Portugal): a review of old and new finds. *Historical Biology*. DOI:10.1080/08912962.2022.2138372
- Figueiredo, S. D., Marques, C., Rosa, I. M., Cunha, P.P., Souza Carvalho, I., 2023. Sauropod dinosaur remains from the Papo Seco formation (lower Barremian, Lusitanian Basin, Cabo Espichel, Portugal): Previous and new discoveries, *Cretaceous Research*, **151**:105657, <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2023.105657>.
- Gomes, J. P. 1916. Descoberta de rastos de sáurios gigantescos no Jurássico do Cabo Mondego. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **11**:132–134.
- Lapparent, A. F., Zybszewski, G. 1957. Les Dinosauriens du Portugal. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, n.s., **2**: 1-63.
- Lockley, M. G., Meyer, C. A., Santos, V. F., 1994. Trackway evidence for a herd of juvenile sauropods from the Late Jurassic of Portugal. In: M. G. Lockley, V. F. Santos, C. A. Meyer, e A. P. Hunt (eds.), *Aspects of Sauropod Paleobiology*. *Gaia*, **10**:27-35.
- Lockley, M. G., Meyer, C. A., Santos, V. F., 1998. *Megalosauripus* and the problematic concept of megalosaur footprints. *Gaia*, **15** 313-337.
- Mateus, O., Araújo, R., Natário, C., Castanhinha, R., 2011. A new specimen of the theropod dinosaur *Baryonyx* from the early Cretaceous of Portugal and taxonomic validity of *Suchosaurus*. *Zootaxa*, **2827**:54-68.
- Mateus O., Estraviz-López D., 2022. A new theropod dinosaur from the early cretaceous (Barremian) of Cabo Espichel, Portugal: Implications for spinosaurid evolution. *PLoS ONE* **17**(2): e0262614. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262614>
- Rauhut, O.M., Pol, D., 2019. Probable basal allosauroid from the early Middle Jurassic Cañadón Asfalto Formation of Argentina highlights phylogenetic uncertainty in tetanuran theropod dinosaurs. *Scientific Reports* **9** (1):18826. doi:10.1038/s41598-019-53672-7
- Razzolini N. L., Belvedere M., Marty D., Paratte G., Lovis C., Cattin M., 2017. *Megalosauripus transjuranicus* ichnosp. nov. A new Late Jurassic theropod ichnotaxon from NW Switzerland and implications for tridactyl dinosaur ichnology and ichnotaxonomy. *PLoS ONE* **12**(7):e0180289. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180289>
- Razzolini, N. L., Oms, O., Castanera, D., Vila, B., Santos, V. F., Galobart, À., 2016. Ichnological evidence of Megalosaurid dinosaurs crossing Middle Jurassic tidal flats. *Scientific Reports* **6**:31494, doi: 10.1038/srep31494.
- Rey, J. 1972. Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estremadura (Portugal). *Memórias dos Serviços Geológicos Portugal*, N.S., Lisboa, **21**.
- Rey, J. 1992. Les unités lithostratigraphiques du Crétacé inférieur de la région de Lisbonne. *Comunicações dos Serviços Geológicos Portugal*, **78**:103-124.
- Santos, V. F. 2008. *Pegadas de Dinossáurios de Portugal*, Museu Nacional