

Primeiros dados litoestratigráficos e paleontológicos do Carbonífero de Águeda (Aveiro, Portugal)

First lithostratigraphical and palaeontological data from the Carboniferous of Águeda (Aveiro, Portugal)

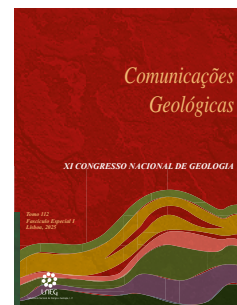
 S. Pereira^{1*}, P. Correia¹

 DOI: <https://doi.org/10.34637/q0r0-zr36>

Recebido em 01/10/2023 / Aceite em 17/01/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP


Artigo original
Original article

Resumo: O Paleozoico da região de Águeda, pertencente à Zona Centro-Ibérica, está localizado na zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo e permanece amplamente desconhecido. Neste trabalho são documentados os primeiros dados litoestratigráficos e paleontológicos do Carbonífero da região, o qual representa o limite setentrional da Bacia Carbonífera do Buçaco. A secção estudada, localizada em Souralvo (Bolfiã), corresponde à Formação Vale da Mó, estando representada por duas sequências granodrecrescentes de argilitos siltíticos vermelhos, massivos, que passam gradualmente a pelitos laminados cinzentos no topo, às quais se sobrepõem arenitos finos com intercalações silto-argilosas. A associação de fácies indica um ambiente essencialmente lacustre. A associação fossilífera é quase exclusivamente composta por fósseis de vegetais, incluindo representantes de Cordaitopsida (folhas de *Cordaites* e sementes do tipo *Cardiocarpus* e *Carpolithes*), Trigonocarpaceas (*Neuropteris zeilleri* e *Callipteridium gigas*), Marattiales (*Pecopteris cyathea* e *P. cf. arborescens*) e Equisetales (*Annularia spinulosa* e *A. sphenophylloides*). Embora raros, foram também recolhidos fósseis de bivalves límnicos (*Anthraconaia* sp.) e identificadas marcas de oviposição endofítica de insetos em folhas de *Cordaites*, o primeiro registo deste tipo de icnofósseis no Carbonífero de Portugal. A associação está composta inteiramente por espécies conhecidas nos restantes setores da Bacia Carbonífera do Buçaco, indicando uma idade Estefaniano C tardio (ca. Ghzeliano, Pensilvaniano Superior). A raridade e baixa diversidade de pteridopsídeos, bem como a abundância de representantes de flora mesófila (*Cordaites* e *Neuropteris*), sugerem adaptação a condições secas, uma tendência reconhecida no final do Estefaniano C.

Palavras-chave: Bacia Carbonífera do Buçaco, Estefaniano C, oviposição, interações inseto-plantas, *Cordaites*

Abstract: The Palaeozoic of the Águeda region, within the Central Iberian Zone, is located in the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo shear zone and remains largely unknown. This work documents the first lithostratigraphical and palaeontological data from the Carboniferous of Águeda, which represents the northernmost limit of the Buçaco Carboniferous Basin. The section studied, located in Souralvo (Bolfiã), is recognized as the Vale da Mó Formation and is represented by two coarsening upwards sequences of massive red silty mudstones, which gradually change to grey shales at the top, overlain by fine sandstones with silty and mudstones fine intercalations. The association of facies essentially indicates a lake system. The fossil assemblage is mainly composed of fossil plants, including representatives of Cordaitopsida (*Cordaites*-type leaves and *Cardiocarpus* and *Carpolithes*-type seeds), Trigonocarpaceas (*Neuropteris zeilleri* and *Callipteridium gigas*), Marattiales (*Pecopteris cyathea* and *P. cf. arborescens*) and Equisetales (*Annularia spinulosa* and *A. sphenophylloides*). Although rare, fossils of limnic bivalves (*Anthraconaia* sp.) were also collected and insect endophytic oviposition traces were identified on *Cordaites* leaves, being the first record of this type of ichnofossils in the Carboniferous of Portu-

gal. The assemblage is composed entirely of species known from the other sectors of the Buçaco Carboniferous Basin, indicating a late Stephanian C age (ca. Ghzelian, Late Pennsylvanian). The rarity and low diversity of pteridopsids, as well as the abundance of representatives of mesophilous flora (*Cordaites* and *Neuropteris*), suggest adaptation to dry conditions, a trend recognised at the end of the Stephanian C.

Keywords: Buçaco Carboniferous Basin; Stephanian C, oviposition, insect-plant interactions, *Cordaites*

¹ Centro de Geociências, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Rua Silvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

* Corresponding author / Autor correspondente: ardi_eu@hotmail.com

1. Introdução

O Paleozoico da região de Águeda, acaso ou não da sua posição pouco privilegiada como parautoctone da Zona Centro-Ibérica (ZCI) na zona de cisalhamento de Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (ZCPTFA), permanece amplamente desconhecido. Após a recente descoberta dos primeiros fósseis do Ordovícico de Águeda (Pereira *et al.*, 2021), a continuação do reconhecimento geológico deste concelho centrou-se no Carbonífero.

Alberto Souto (1888-1961), um notável arqueólogo e político aveirense que efetuou várias campanhas de reconhecimento geológico no distrito de Aveiro, é o autor da única menção prévia à ocorrência de fósseis de vegetais no Carbonífero desta cidade: “*No afloramento de Águeda – foz do Alfusqueiro, onde com o Sr. Dr. Carrington fiz uma colheita de fósseis vegetais, acentua-se a xistosidade de algumas camadas. Foi mesmo só na camada xistosa, de grande dureza, que encontramos alguns exemplares da flora típica*” (Souto, 1936, p. 148). Porém, os dados que obteve, publicados no Arquivo do Distrito de Aveiro, passaram despercebidos entre a comunidade geológica, estando ausentes nas compilações do Paleozoico português e do Carbonífero de Portugal (e.g. Teixeira, 1981; Wagner e Lemos de Sousa, 1983; Wagner *et al.*, 1983). Consultámos o espólio pessoal do autor, depositado no Museu de Aveiro/Santa Joana, mas infelizmente não há qualquer registo dos espécimes então coletados. Também entre o espólio pessoal não musealizado do autor, à guarda do neto Luís Souto (Universidade de Aveiro), não há registo deste material nem dos cadernos de campo do período entre 1933 e 1936, quando terá efetuado a campanha. Seguindo estes antecedentes, no início de 2022 iniciámos os trabalhos de prospeção, cujos resultados apresentamos.

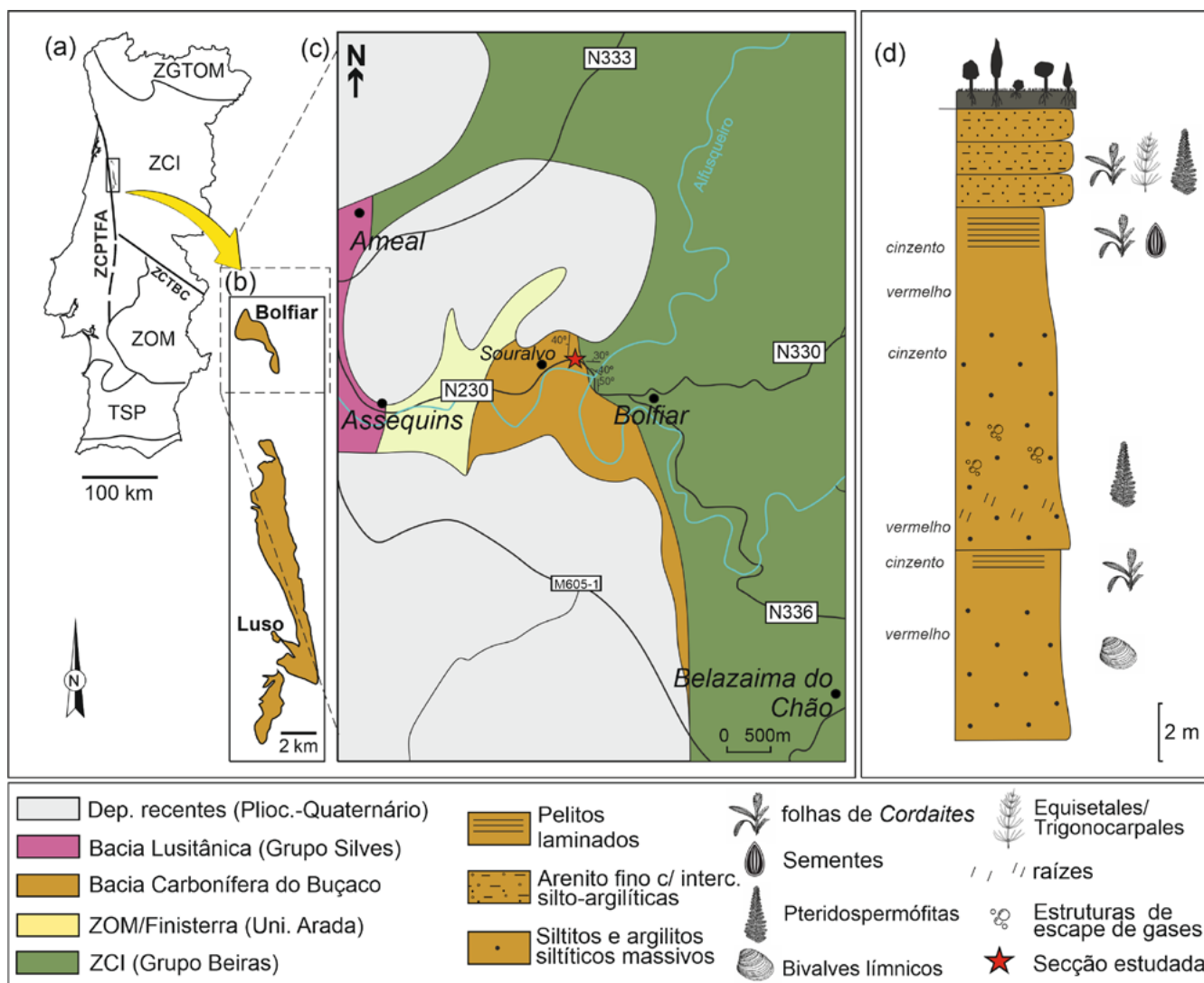


Figura 1. Enquadramento geológico regional da Bacia Carbonífera do Buçaco (BCB; Estefaniano C superior/Gzheliano superior, Portugal central) e da localidade estudada. (a) unidades tectono-estruturais de Portugal continental e enquadramento geográfico da BCB; (b) esboço simplificado da BCB; (c) mapa geológico do sector de Bolfiar, com a secção estudada assinalada; (d) log estratigráfico esquemático da secção estudada. Abreviações: ZGTOM, Zona de Galiza -Trás-os-Montes; ZCI, Zona Centro-Ibérica; ZOM, Zona de Ossa-Morena; TSP, Terreno Sul Português; ZCPTFA, Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo; ZCTBC, Zona de Cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdova.

Figure 1. Regional geological setting of the Buçaco Carboniferous Basin (BCB; upper Stephanian C/upper Gzhelian, central western Portugal) and the studied locality. (a) Portugal tectono-structural units and the geographical setting of BCB; (b) simplified sketch of the BCB; (c) geological sketch map of the Bolfiar sector, with the studied section; (d) stratigraphical log of the studied section. Abbreviations: ZGTOM, Galiza - Trás-os-Montes Zone; ZCI, Central Iberian Zone; ZOM, Ossa-Morena Zone; TSP, South Portuguese Zone; ZCPTFA, Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone; ZCTBC, Tomar-Badajoz-Córdoba Shear Zone.

2. Enquadramento geográfico e geológico

A secção em estudo situa-se na localidade de Souralvo, freguesia de Águeda e Borralha, município de Águeda, distrito de Aveiro (coordenadas $40^{\circ}34'01.8''N$; $8^{\circ}24'02.7''W$), nas imediações da estrada N230 e do Parque Fluvial de Bolfiar (Figura 1c).

A área em estudo corresponde ao limite setentrional da Bacia Carbonífera do Buçaco (BCB), um estreito sinclinal, orientado N-S, que se prolonga descontinuamente por cerca de 30 km (Figura 1a,b), desde Águeda (Aveiro) até Penacova (Coimbra), e que se localiza ao longo da ZCPTFA, uma das principais estruturas da Europa varisca (*e.g.* Ribeiro *et al.*, 1990). Este sinclinal é fortemente assimétrico, com um flanco oriental normal e longo, e um flanco ocidental curto, verticalizado a invertido (Domingos *et al.*, 1983; Gama Pereira *et al.*, 2008). O

limite oriental da BCB é, deste modo, mecânico, com a Zona de Ossa Morena/Terreno Finisterra, mas a oriente os níveis basais repousam discordantemente sobre as unidades da ZCI: xistos e metagrauwaques do Neoproterozoico (Grupo Beiras) e rochas metassedimentares ordovícico-silúricas (Sinclinal de Buçaco) (*e.g.* Domingos *et al.*, 1983). Anteriormente, Gama Pereira *et al.* (2008) e Flores *et al.* (2010) propuseram um modelo *pull-apart* para a BCB, tendo o preenchimento sido controlado pelos pulsos da ZCPTFA e pela paleotopografia.

O estudo da BCB remonta à década de 1840, pela mão do geólogo Carlos Ribeiro, devido ao crescente interesse nos níveis de carvão da região (Ribeiro, 1850). Os primeiros fósseis vegetais foram estudados pelo famoso paleobotânico Charles Bunbury (em Ribeiro, 1853), e mais tarde Gomes (1865) e Lima (1888, 1891, 1892, 1894) registaram as suas associações. Durante o século XX, a

paleontologia do BCB foi retomada por Florin (1938-1945), Teixeira (1941, 1942a,b, 1944, 1945, 1947) e Courbouleix (1972, 1974). As associações paleontológicas foram revistas por Wagner e Lemos de Sousa (1983), que, estudando os materiais museológicos e algumas recolhas adicionais, concordaram que as associações florísticas indicam um intervalo entre o Estefaniano C superior e o Autuniano inferior (Ghzeliano). Mais recentemente, Machado *et al.* (2018), através de estudo palinológico, consideraram a sequência do final do Estefaniano, sem evidências do Autuniano.

A litostratigrafia formal da BCB foi proposta por Wagner *et al.* (1983), que definiram três formações: uma sequência de 200 m de brechas, conglomerados e arenitos vermelhos de caráter aluvial; a Formação Vale da Mó, representada por cerca de 40 m de

argilitos e siltitos cinzentos fossilíferos, com arenitos e finos níveis de carvão intercalados; e a Formação Monsarros, uma sucessão de 500 m de conglomerados grosseiros, em ciclos de gradação normal, intercalando arenitos e argilitos e siltitos ricos em matéria orgânica. Estas sequências sedimentares e respetivos ambientes deposicionais foram detalhados por Dinis e Pena dos Reis (2010), que consideraram que a sedimentação lacustre era frequente, tanto vertical quanto lateralmente, e não restrita apenas à Formação Vale da Mó. Também Machado (2010) considerou que os níveis ricos em matéria orgânica continuam na parte inferior da Formação Monsarros. Mais recentemente, Dinis *et al.* (2012) efetuaram estudo de proveniência através de zircões detríticos para a Formação Monsarros, demonstrando diferentes áreas-fonte à medida que a bacia se ia preenchendo.

3. Resultados

O material aqui figurado está depositado no Centro Paleontológico Nery Delgado, Torres Novas (siglas CMP BOLF), tendo sido recolhido em várias campanhas de campo em 2022 pelos autores.

A secção estudada tem cerca de 25 m (espessura aparente), correspondentes a aproximadamente 18 m de sucessão estratigráfica, contactando a oriente com o Grupo Beiras (Figura 1c). Inicia-se por siltitos massivos, de coloração vinoso, com raros fósseis de bivalves límnicos, passando a topo a um nível fino (< 20 cm) de argilitos laminados cinzentos-claros com abundantes fósseis de folhas de *Cordaites* relativamente completas. Seguem-se novamente argilitos siltíticos vermelhos, massivos, por vezes com disjunção esférica, raros clastos de argilito (*mud clasts*), raízes finas e estruturas de escape de gases. Os fósseis são extremamente raros e apenas de pteridospermófitas. Estes passam gradualmente a argilitos siltíticos cinzentos, igualmente massivos, os quais são novamente sobrepostos por argilitos vermelhos massivos, facilmente meteorizáveis. Este nível gera assim um contacto evidente com uma sucessão de pelitos laminados cinzentos-claros, com abundantes fósseis de folhas de *Cordaites* (Figura 2a,b) e raras sementes (*Cardiocarpus*, Figura 2e). Sobrepoem-se níveis mais grosseiros, em camadas que variam entre 5 e 10 cm, de arenito fino com finas intercalações silto-argilosas, com tonalidades que variam entre o amarelo e o cinzento. Estas camadas intercalam horizontes fossilíferos que, umas vezes, são dominados por *Neuropteris* (Figura 2h), outros por *Cordaites*, e, menos frequentemente, por *Callipteridium* (Figura 2j,k). As últimas camadas observadas na secção são arenitos finos com fragmentos de carvão e pequenos restos de fósseis vegetais associados.

A associação paleontológica provém na sua maioria dos níveis cinzentos de pelitos laminados no topo das sequências granodrecrescentes e das camadas de arenitos finos, particularmente das suas intercalações silto-argílicas, que constituem o topo da sucessão estudada. Nos níveis de siltitos e argilitos siltíticos massivos vermelhos, os fósseis são muito raros, tendo-se apenas registado alguns pteridófitos (*Pecopteris* sp., Figura 2l) dispersos e um único espécime de bivalve límnico (*Anthraconaia* sp., Figura 2d). A restante associação fossilífera, proveniente da parte superior da sucessão (pelitos laminados e arenitos), está quase exclusivamente composta por fósseis de vegetais (Figura 2), incluindo representantes de Cordaitopsida (folhas de *Cordaites* e sementes de *Cardiocarpus* e *Carpolithes*), Trigonocarpales (*Neuropteris zeilleri* e *Callipteridium gigas*), Marattiales (*Pecopteris cyathea* e *P. cf. arborescens*) e Equisetales (*Annularia spinulosa* e *A. sphenophylloides*). De entres estes, as folhas de *Cordaites* dominam a associação, com vários níveis de acumulação praticamente exclusiva destes fósseis. As equisetáles e trigonocarpales ocorrem exclusivamente nos níveis areníticos, ainda que, sobretudo, em finas intercalações argílicas destes. As frondes

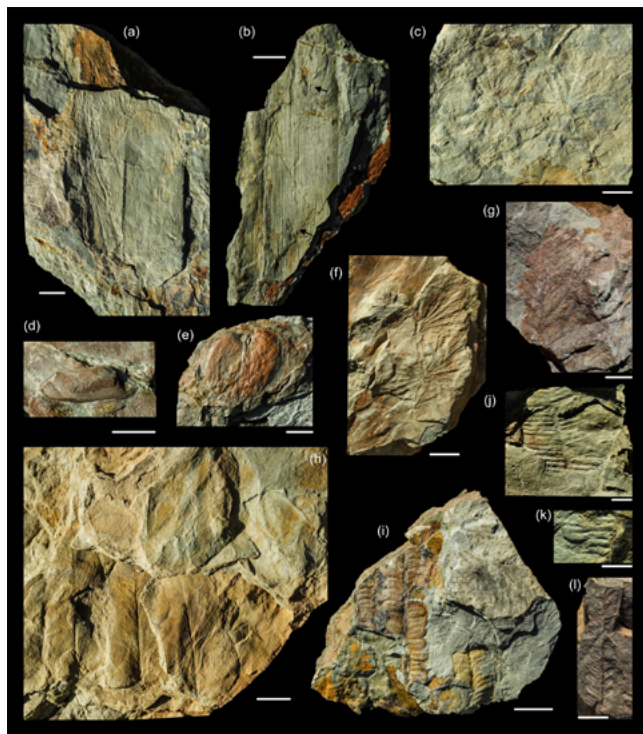


Figura 2. Associação fósil florística e faunística da Formação Vale da Mó, do Estefaniano C (Pensilvaniano Superior; Carbonífero) da região de Bolfilar (Águeda, Aveiro), Bacia Carbonífera do Buçaco, Portugal central. (a) Folha parcialmente preservada de *Cordaites*; (b) Folha incompleta de *Cordaites* com duas marcas de oviposição endofítica de insectos (setas pretas); (c) *Annularia* cf. *sphenophylloides* (Zenker) von Gutbier, um eixo com dois verticilos de folhas; (d) *Anthraconaia* sp. (bivalve límnico); (e) *Cordaicarpus* sp., semente; (f) *Annularia spinulosa* Sternberg, eixo com dois verticilos foliares; (g) *Pecopteris* cf. *arborescens* Sternberg, fragmento de fronde dividido em pinas de última e penúltima ordem; (h) *Neuropteris zeilleri* Lima, pínulas relativamente grandes fixadas ao ráquis; (i); (j-k) *Callipteridium gigas* (von Gutbier) Weiss, dois fragmentos de pinas e pínulas; (l) *Pecopteris* cf. *cyathea* (Brongniart) Mosbrugger, pina exibindo pequenas pínulas. Escala = 1 cm.

Figure 2. Macrofloral and faunal fossil assemblage documented in Stephanian C (Upper Pennsylvanian; Vale da Mó Formation) strata from the Bolfilar region (Águeda, Aveiro), Buçaco Carboniferous Basin, central western Portugal. (a) A partially preserved leaf of *Cordaites*; (b) An incomplete leaf of *Cordaites* showing two endophytic insect oviposition traces (black arrows); (c) *Annularia* cf. *sphenophylloides* (Zenker) von Gutbier, an axis bearing two leaf-whorls; (d) *Anthraconaia* sp., limnic bivalve; (e) *Cordaicarpus* sp., seed; (f) *Annularia spinulosa* Sternberg, an axis bearing two leaf-whorls; (g) *Pecopteris* cf. *arborescens* Sternberg, fragment of frond divided into pinnae of ultimate and penultimate orders; (h) *Neuropteris zeilleri* Lima, relatively large pinnules attached on rachis; (i) *Pecopteris* sp., fragments of ultimate pinnae; (j, k) *Callipteridium gigas* (von Gutbier) Weiss, two fragments of pinna and pinnules; (l) *Pecopteris* cf. *cyathea* (Brongniart) Mosbrugger, a near-complete pinna displaying small pinnules. Scale = 1 cm.

e pínulas de *Neuropteris* são as mais abundantes, alcançando dimensões consideráveis. Embora raras, foram também identificadas marcas de oviposição endofítica de insetos em folhas de *Cordaites* (Figura 2b), que constituem o primeiro registo deste tipo de interações inseto-planta no Paleozoico português. Estas estruturas aparecem no registo geológico desde o Carbonífero, Sistema no qual se conhecem poucos registos, sendo no Pérmico que está registado o maior número de ocorrências de oviposição endofítica (Romero-Lebrón *et al.*, 2022). Esta descoberta surge pouco depois do primeiro registo de um roacóide na BCB (Correia *et al.*, 2022), em níveis correlacionáveis da Formação Vale da Mó, em Anadia, a cerca de 20 km a sul do afloramento agora estudado. Os roacóides, grupo extinto de baratas parasitoides, eram dictiópteros primitivos oviposidores, sendo um dos possíveis candidatos para os icnofósseis agora registados.

4. Discussão e conclusões

Tendo em conta o conhecimento estratigráfico dos setores principais da BCB, nos concelhos de Anadia e Mealhada, a secção estudada corresponde à Formação Vale da Mó. No estratótipo desta unidade, no corte da estrada da Junqueira para Algeriz (Anadia), são frequentes as sucessões de argilitos siltíticos vermelhos, massivos, em sucessões granodrecrescentes que passam gradualmente a pelitos laminados cinzentos no topo de unidades individuais, onde abundam os fósseis de folhas de *Cordaites* (ver Wagner *et al.*, 1983, figura 3). A mesma ciclicidade é reconhecida na secção estudada. São também frequentes, nos silto-argilitos vermelhos da Formação Vale da Mó, as marcas de raízes e estruturas de escape de gases. Estas sequências e a inexistência de níveis de acumulação de matéria orgânica sugerem um ambiente lacustre caracterizado por lagos pouco profundos, associados a leques deltaicos (tipologia A de Dinis e Pena dos Reis, 2010). Os argilitos siltíticos vermelhos não têm clastos e não têm caráter de mudflow, podendo, porém, representar a parte distal de depósitos de torrente de um lago, sendo o seu caráter massivo resultado provável de rápida sedimentação (Courbouleix, 1972). As associações registadas na parte inferior da secção estudada, nos argilitos siltíticos vermelhos, são mais tipicamente hidrófilas, com pectopterídeos e *Cordaites* em níveis finos. Porém, nos pelitos laminados e arenitos a topo, a extrema abundância de *Cordaites* e *Neuropteris*, respetivamente, e a raridade de pteridófitas e equisetaleanos, são mais típicas de uma flora mesófila. Esta tendência de passagem de associações florísticas hidrófilas a mesófilas é reconhecida para o limite Estefaniano C superior-Autuniano (*e.g.* Wagner *et al.*, 1983), revelando uma adaptação gradual da flora a um clima mais seco. A associação é, de todas formas, essencialmente lacustre, corroborando a interpretação sedimentológica. Do ponto de vista biostratigráfico, a associação fossilífera estudada está composta inteiramente por espécies conhecidas na restante BCB (Wagner *et al.*, 1983), indicando uma idade Estefaniano C tardio (ca. Ghzeliano, Pensilvaniano Superior).

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia através dos projetos UID/Multi00073/2019, UIDB/00073/2020 e UIDP/00073/2020 da unidade de I&D Centro de Geociências (CGEO). Queremos agradecer ao editor Luís V. Duarte (Universidade de Coimbra) e aos revisores Paulo Legoinha (Universidade Nova de Lisboa) e Pedro Callapez (Universidade de Coimbra) pelas sugestões e correção do trabalho. Agradecemos ainda ao Museu de Aveiro/Santa Joana, na pessoa de Madalena Cardoso da Costa, pelo acesso ao espólio pessoal de Alberto Souto, a Luís Souto (Universidade de Aveiro) pela procura de documentos de Alberto Souto, a Eugenia Romeo-Lebrón (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) pela ajuda com os icnofósseis de oviposição e a Carmen Álvarez-Vázquez pelas clarificações cronostratigráficas.

Referências

- Correia, P., Pereira, S., Cavaleiro, M., Correia, M., Sá, A. A., Nel, A., 2022. The first poroblattinid roachoid from the uppermost Carboniferous of Portugal. *Historical Biology*, **35** (2): 242-248.
- Courbouleix, S., 1972. *Étude géologique des régions de Anadia et de Mealhada, au Nord de Coimbra, Portugal*. Tese de Doutoramento não publicada, Université Claude Bernard Lyon 1, 342.
- Courbouleix, S., 1974. Étude géologique des régions de Anadia et de Mealhada: le socle, le primaire et le Trias. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **57**:5-37.
- Dinis, P., Andersen, T. Machado, M., Guimaraes, F., 2012. Detrital zircon U-Pb ages of a late Variscan Carboniferous succession associated with the Porto-Tomar shear zone (West Portugal): Provenance implications. *Sedimentary Geology*, **273/274**:19-29.
- Dinis, P. A., Pena dos Reis, R., 2010. Sistemas lacustres no Carbonífero da Bacia do Buçaco (Portugal). Nova interpretação de fácies. *e-Terra*, **21** (11): 1-4.
- Domingos, L. C. G., Freire, J. L. S., Gomes da Silva, F., Gonçalves, F., Pereira, E., Ribeiro, A., 1983. The structure of the intramontane Upper Carboniferous basins in Portugal. In: Lemos de Sousa M. J., Oliveira J.T. (Eds), *The Carboniferous of Portugal. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, **29**:187-194.
- Flores, D., Pereira, I.C.G., Ribeiro, J., Pina, B., Marques, M.M., Ribeiro, M.A., Bobos, I., Pinto de Jesus, A. 2010. The Buçaco Basin (Portugal): Organic petrology and geochemistry study. *International Journal of Coal Geology*, **81**:281-286.
- Florin, R., 1938-1945. Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms (Hefte 1-8). *Palaeontographica, Abteilung B*, **85**:1-721.
- Gama Pereira, L. C., Pina, B., Flores, D., Ribeiro, M. A., 2008. Tectónica distensiva: o exemplo da bacia Permo-Carbónica do Buçaco. *Memórias e Notícias*, **3** (Nova Série): 199-205.
- Gomes, B. A., 1865. *Flora fossil do terreno carbonifero das vizinhanças do Porto, Serra do Buçaco, e Moinho d'Ordem proximo a Alcaccer do Sal*, Comissão Geologica de Portugal, Lisboa.
- Lima, W. 1888/1892. Notícia sobre as camadas da serie permo-carbonica do Bussaco. *Comunicações da Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, **2**:129-152.
- Lima, W., 1888. *Flora fossil de Portugal. Monographia do género Dicranophyllum (systema carbonico)*. Comissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal, Lisboa.
- Lima, W., 1891. Présentation de Notes. *Bulletin de la Société Géologique de France. Notes et Mémoires*, **19**:136-139.
- Lima, W., 1894. Sobre uma espécie critica do Rothliegendes. *Revista de Ciências Naturais e Sociais Porto*, **3**:1-4.
- Machado, G., 2010. *Palinologia e Estratigrafia do PZ Superior da ZOM, NW e SW de Portugal*. Universidade de Aveiro. Tese de Doutoramento não publicada, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, 372.
- Machado, G., Vavrdová, M., Fonseca, M., Fonseca, P. E., Rocha, F., 2018. Stratigraphy and palynology of the Pennsylvanian continental Buçaco Basin (NW Iberia). *Geobios*, **51**:507-516.
- Pereira, S., Colmenar, J., Pires, M., Young, T., Gomes, A., Polechová, M., Vaz, N., 2021. Os primeiros fósseis do Ordovícico de Águeda (Aveiro): Implicações lito e biostratigráficas. *Comunicações Geológicas*, **108**:135-140.

- Ribeiro, A., Quesada, C., Dallmeyer, R. D., 1990. Geodynamic evolution of the Iberian Massif. In: Dallmeyer, R. D., Martínez-García, E. (Eds), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg: 397-410.
- Ribeiro, C., 1850. Estudos geológicos do Bussaco. *O Atheneu*, 1:410-412.
- Ribeiro, C., 1853. On the Carboniferous and Silurian formations on the neighbourhood of Bussaco in Portugal. (With notes and a description of the animal remains by Daniel Sharpe, J.W. Salter, T. Rupert Jones, and an account of the vegetable remains by Charles J.F. Bunbury). *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 9:135-161.
- Romero-Lebrón, E., Robledo, J. M., Delclòs, X., Petrulevičius, J. F., Gleiser, R. M., 2022. Endophytic insect oviposition traces in deep time. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 590:110855.
- Souto, A., 1936. Geologia do distrito de Aveiro III. *Arquivo do distrito de Aveiro*, 2(5):136-149.
- Teixeira, C., 1941. Antracólítico do Bussaco e a sua flora fóssil. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 22:19-38.
- Teixeira, C., 1942a. Elementos para o estudo da flora fóssil do Autuniano do Buçaco. *Publicações do Museu e Laboratório de Mineralogia e Geologia da Faculdade de Ciências do Porto*, 27:1-20.
- Teixeira, C., 1942b. O Antracólítico do Bussaco e a sua flora fóssil. *Comunicações Geológicas de Portugal*, 22:1-22.
- Teixeira, C., 1944. O Antracólítico continental português. (Estratigrafia e Tectónica). Tese de Doutoramento não publicada, Universidade do Porto, 141.
- Teixeira, C., 1945. O Antracólítico continental português. (Estratigrafia e Tectónica). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 5:1-139.
- Teixeira, C., 1947. Nota sobre um insecto fóssil do Autuniano do Buçaco. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 28, 107-109.
- Teixeira, C., 1981. Geologia de Portugal. Vol. I – Precâmbrico, Paleozóico. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Wagner, R. H., Lemos de Sousa, M. J., 1983. The Carboniferous Megaflores of Portugal - A revision of identifications and discussion of stratigraphic ages. In: Lemos de Sousa M. J., Oliveira, J. T. (Eds.). The Carboniferous of Portugal. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 29:127-152.
- Wagner, R. H., Lemos de Sousa, M. J., Gomes da Silva, F., 1983. Stratigraphy and fossil flora of the upper Stephanian C of Buçaco, North of Coimbra (Portugal). In: Lemos de Sousa, M. J. (Eds.). *Contributions to the Carboniferous Geology and Palaeontology of the Iberian Peninsula*, Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Mineralogia e Geologia: 127-170.