

Aspetos microfaciológicos da formação da Leba, Proterozoico (Sudoeste de Angola)

Microfaciological aspects of the Leba formation, Proterozoic (Southwest Angola)

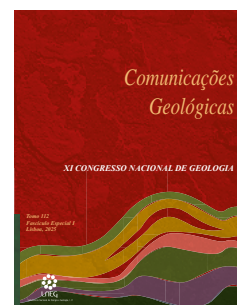
L.V. Duarte^{1,2*}, J. Barata^{1,2}, C. L. Oliveira¹

DOI: <https://doi.org/10.34637/vehs-7763>

Recebido em 01/10/2023 / Aceite em 22/01/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: A Formação da Leba é uma unidade carbonatada de referência do Proterozoico do Cratão do Congo, Sudoeste de Angola, composta por dolomitos silicificados com laminitos microbianos e estromatólitos. Este trabalho preliminar descreve as principais microfácies que caracterizam esta unidade, baseada no estudo de várias secções do Planalto da Humpata. Os resultados confirmam o domínio da dolomite em toda a sucessão, localmente fortemente silicificada. As fácies são bastante diferenciadas, compreendendo bioconstruções microbianas, incluindo micro domos estromatolíticos, e uma grande variabilidade de outras texturas, desde dolomicritos/mudstones a grainstones intraclásticos e extraclásticos. Tendo em conta que a dolomite é de origem primária, são identificados vários processos diagenéticos, incluindo dolomitização e diferentes fases de silicificação.

Palavras-chave: Dolomitos, estromatólitos, microfácies, Proterozoico, Angola.

Abstract: The Leba Formation is a reference carbonate unit from the Proterozoic of the Congo Craton, Southwest Angola, composed of cherty dolostones with microbial laminites and stromatolites. This preliminary work describes the microfacies that characterize this unit, based on the study of several sections of the Humpata Plateau. The results confirm the dominance of dolomite in the whole succession, locally strongly silicified. Facies are markedly differentiated, comprising microbial constructions, including micro domal stromatolites, and a wide variability of other textures, ranging from dolomicrites/mudstones to intraclastic and extraclastic grainstones. Considering that dolomite of primary origin is present, several diagenetic processes are identified, including dolomitization and different phases of silicification.

Keywords: Dolostones, stromatolites, microfacies, Proterozoic, Angola.

¹ Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Terra, Coimbra, Portugal.

² MARE-ARNET, Universidade de Coimbra, Portugal.

* Autor correspondente / Corresponding author: lduarte@dct.uc.pt

1. Introdução

O Planalto da Humpata, localizado no sudoeste de Angola, mostra uma sucessão sedimentar de idade proterozoica, que abrange o Grupo da Chela e a Formação (Fm) da Leba (*sensu* Correia, 1976; ver, também, Pereira *et al.*, 2011). Assente sobre rochas granitoides com cerca de 2100 ± 100 Ma (Carvalho *et al.*, 2000), esta sucessão constitui uma referência no estudo da evolução das bacias sedimentares paleo-mesoproterozoicas do Cratão

do Congo-S. Francisco (Pedreira e Waele, 2008). Contrastando com a sedimentação siliciclástica e vulcanoclástica das diversas formações do Grupo da Chela (ver, também, Vale e Gonçalves, 1973; Pereira *et al.*, 2011), a Fm da Leba é constituída por uma sequência carbonatada, composta maioritariamente por dolomitos, por vezes intensamente silicificados (cherte), e onde sobressaem macrofácies com diversos tipos de estruturas microbianas, entre laminitos e cúpulas estromatolíticas centimétricas. Neste contexto, considerando a caracterização limitada desta unidade, que se circunscreve apenas às descrições macroscópicas de Correia (1976), o presente trabalho tem por objetivo dar, pela primeira vez, uma visão preliminar da petrografia da Fm da Leba, desde a descrição das principais texturas deposicionais até à caracterização dos principais aspetos diagenéticos.

2. Enquadramento Geológico

A Fm da Leba, que é uma referência no contexto da geologia do sudoeste angolano (Vale e Gonçalves, 1973; Correia, 1976; Pedreira e Waele, 2008; Pereira *et al.*, 2011; Duarte *et al.*, 2014), é composta por uma sucessão carbonatada, intensamente silicificada, e dominada por laminações microbianas e estruturas estromatolíticas. Esta sucessão, com cerca de 60 m de espessura (Correia, 1976), parece assentar em paraconformidade sobre a Fm de Cangalongue, última unidade siliciclástica do Grupo da Chela, que envolve também as formações de Tundavala, Humpata e Bruco (quadro litostratigráfico *sensu* Correia, 1976; ver, também, Vale e Gonçalves, 1973; Pereira *et al.*, 2011). A ausência de marcadores biostratigráficos, bem como de qualquer unidade suprajacente, não permite uma datação precisa da Fm da Leba, podendo abranger qualquer posição estratigráfica desde o final do Paleoproterozoico ao Neoproterozoico (ver Pereira *et al.*, 2011).

3. Materiais e Métodos

A presente análise é feita a partir de um reconhecimento de campo, de dois dos principais afloramentos desta unidade no Planalto da Humpata, nomeadamente os exemplos da Leba, junto ao antigo forno de cal, e da Gruta do Tchinguinguero (Figs. 1 e 2). De um total de 32 amostras, foram feitas 14 lâminas delgadas, que foram analisadas através de microscópio petrográfico, e as amostras classificadas de acordo com os quadros clássicos de Folk (1959) e de Dunham (1962). Este exercício foi complementado por uma análise mineralógica, a partir de difração de RX (DRX). Todas estas metodologias foram desenvolvidas no Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

4. Resultados

Entre as litologias carbonatadas, a forte silicificação e as estruturas laminadas de origem microbiana (Figura 2B), onde se incluem umas morfologias estromatolíticas muito particulares (Figura 2C), a Fm da Leba mostra uma grande diversidade de outras litofácies entre níveis maciços, geralmente silicificados, ou apresentando estruturas de laminação entrecruzada, marcas de ondulação, bem como pequenas fendas de dessecação.



Figura 1. Localização dos dois perfis estudados da Fm da Leba no Planalto da Humpata, sudoeste de Angola.

Figure 1. Location of the two studied Leba Fm sections at the Humpata plateau, southwestern Angola.

4.1 Caracterização Mineralógica

Os resultados obtidos mostram e confirmam que a mineralogia da Fm da Leba é dominada pela dolomite, sendo por vezes o único representante mineralógico. A esta, associa-se com alguma frequência, a ocorrência de quartzo que, de acordo com a análise petrográfica, corresponde a duas componentes bem distintas: a grãos de natureza clástica e a cimento silicioso. A fração siliciclástica é ainda composta por uma contribuição vestigial de feldspatos potássicos (ortoclase e microclina) e moscovite. Por outro lado, das amostras analisadas, a calcite é muito rara, limitando-se à ocorrência numa única amostra. Esta constatação é fundamental no entendimento das microfácies já que as fácies carbonatadas mais finas aparentam natureza micrítica, calcítica, o que parece não corresponder à verdade.

4.2 Análise Petrográfica

À escala microscópica define-se uma distinção clara entre biolitos microbianos, por vezes com desenvolvimento de micro cúpulas estromatolíticas (Figura 3a-c), e microfácies muito diversificadas, desde dolomicritos, contendo alguma fração siliciclástica muito fina (essencialmente quartzo) (Figura 3d) até grainstones com intraclastos, oóides e grãos de quartzo, numa textura por vezes com má calibragem (Figura 3e-f). A fase de ligação varia de uma dolomite criptocristalina (dolomicrite) a dolosparite. As fácies microbianas mostram laminações finas em intercalações micrométricas, com espessuras de aproximadamente 80 a 300 μm .



Figura 2. a – Vista geral da Fm da Leba na secção da Leba; b – Laminites microbianos silicificados registados na parte intermédia da Fm da Leba na secção da Gruta do Tchivinguiro; c – Cúpulas estromatolíticas decimétricas observadas em superfície de estratificação (secção da Gruta do Tchivinguiro).

Figure 2. Overview of the Leba Fm in the Leba section; b – Silicified microbial laminites observed in the middle part of the Leba Fm. in the Tchivinguiro Cave section; c – Decimetric stromatolitic mounds observed on a bedding surface in the Tchivinguiro Cave section.

No que respeita ao efeito da diagénese, as amostras analisadas mostram diferentes texturas, que podem refletir várias fases de

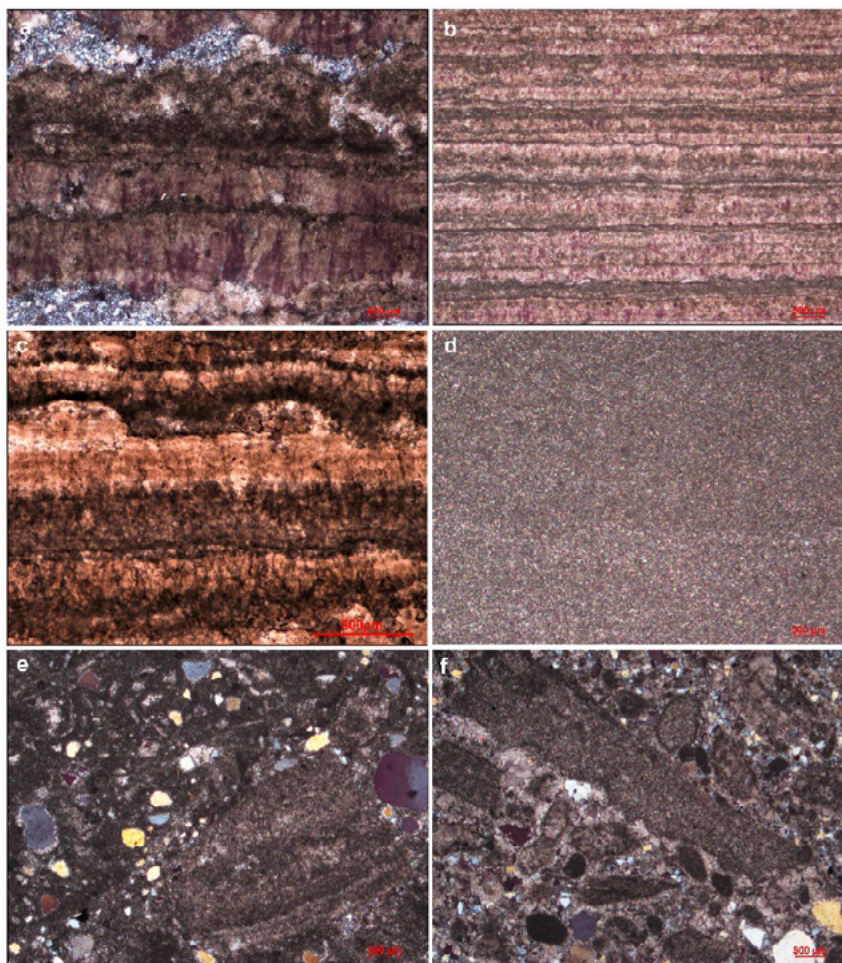


Figura 3. Aspectos microfáciológicos da Fm da Leba (luz polarizada – LP; luz natural - LN) a - Microbialito dolomicrosparítico a dolosparítico, com diferentes fases de dolomitização e de silicificação; b – Microbialito composto por lâminas finas de composição dolomítica e morfologias fibrosa/laminar e fibro-radiais (LP); c – Detalhe de microbialito composto por lâminas finas e com desenvolvimento de micro cúpulas (LN); d – Dolomicrito/wackestone com fração quartzosa siltosa (LP); e – Grainstone mal calibrado com intraclastos, grãos de quartzo arredondados e subangulares. Cimentação e silicificação intergranular (LP); f - Grainstone muito mal calibrado com intraclastos e grãos de quartzo arredondados, cimentação dolomítica e silicificação intergranular. Algumas partículas mostram cimentos isópacos com textura fibrosa ou laminar (LP).

Figure 3. Microfacies aspects of the Leba Fm. (polarized light – PL; natural light – NL) a – Dolomicrosparitic microbialite to dolosparite with different phases of dolomitization and silicification; b – Microbialite composed of fine dolomitic laminations with fibrous/bladed and fibro-radial textures (PL); c – Detail of microbialite composed of fine laminae with developing microdomes (NL); d – Dolomicrite/wackestone with siliciclastic fraction (PL); e – Poorly sorted grainstone with intraclasts, well rounded subangular quartz. Cementation and intergranular silicification (PL); f - Very poorly calibrated grainstone with intraclasts and well rounded quartz grains, dolomitic cementation and intergranular silicification. Some particles show isopachous cements with fibrous or bladed textures (PL).

dolomitização. Entre elas, destaca-se a dolomicrosparite com textura xenotópica, ou fases de dolomitização mais tardias representadas pelos característicos cristais romboédricos (Figura 4a). Os intraclastos e oóides são geralmente rodeados por cimentos isópacos com textura fibrosa ou laminar, sendo o espaço intergranular preenchido por cimentos com mosaico de textura xenotópica a hipidiotópica. São também observadas diferentes fases de silicificação, com texturas microcristalinas ou texturas xenotópicas inequigranulares, ao longo das laminações dolomíticas (Figura 4a-b).

5. Discussão e Conclusão

As presentes evidências sedimentológicas da Fm da Leba à escala microscópica, associadas a alguns dados de campo, permitem ampliar as descrições macroscópicas e estratigráficas de Correia (1976) e conhecer um pouco mais as características sedimentares e petrográficas da Fm da Leba. A sucessão é dominada por laminitos microbianos, milimétricos,

desenvolvendo-se algumas pequenas cúpulas estromatolíticas, que raramente atingem os 20-30 centímetros de diâmetro. Tal como o referido em Correia (1976), mas não devidamente documentado, as fácies carbonatadas mais maciças mostram uma grande diversidade sedimentológica, abrangendo componentes aloquímicos muito diversos como intraclastos e oólitos, a que se associa uma forte expressão siliciclástica. Uma deposição que denuncia um regime com maior hidrodinamismo do que o associado à deposição microbiana, tal como testemunham as estruturas sedimentares: laminação oblíqua em feixes planares e marcas de ondulação. Estes aspectos sugerem que a Fm da Leba se tenha gerado em ambiente marinho raso, alternando com episódios de exposição subaérea, dada a ocorrência de fendas de dessecação e, segundo Correia (1976), de anidrite (não detetada nas análises de DRX efetuadas). No entanto, só uma análise sedimentológica de alta resolução, que não foi o objetivo deste trabalho preliminar, poderá esclarecer melhor toda a variabilidade paleoambiental associada ao enchimento da unidade, bem como de toda a deposição microbiana.

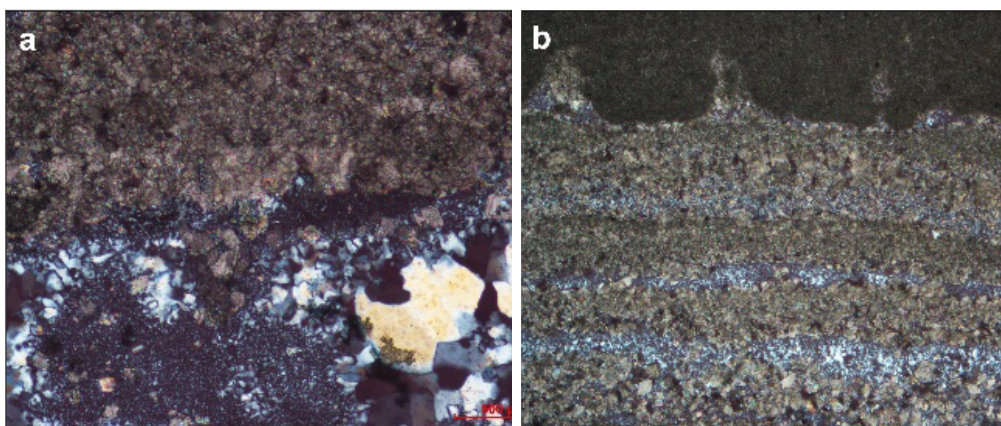


Figura 4. Aspectos diagenéticos da Fm da Leba: a – Dolosparite e diferentes fases de silicificação, com texturas xenotópicas (a hipidiotópicas) inequigranulares (LP); b – Nível dolomítico laminado, com finas intercalações de cherte, num conjunto apresentando diferentes fases de dolomitização, tal como dolomicrosparite a dolosparite com textura xenotópica, ou fases de dolomitização mais tardias representadas por pequenos cristais romboédricos (base) (LP).

Figure 4. Diagenetic features of the Leba Fm.: a – Dolosparite and different silicification phases with xenotopic (to hipidiotopic) inequigranular textures (LP); b – Laminated dolomitic interval, with fine chert intercalations, in an interval showing different dolomitization phases, such as dolomicrosparite to dolosparite with xenotopic textures, or later stages of dolomitization in the form of small rhombohedral crystals (bottom) (PL).

Um outro aspeto importante tem a ver com a diagénese, um fator descartado em Correia (1976). São evidentes e marcantes as diversas fases de dolomitização e de silicificação patentes na sucessão estratigráfica, só possíveis de observar em lâminas delgadas (Figs. 3 e 4). No entanto, as fácies dolomíticas identificadas sugerem que a dolomite deverá ser contemporânea da deposição. O mesmo se passa relativamente à silicificação que, apesar dos indiscutíveis processos diagenéticos (Figura 4a) as evidências macro e microscópicas, compostas por quartzo microcristalino, sugerem uma precipitação primária da sílica.

Estas características químicas e mineralógicas, que têm a dolomite e a sílica como elementos preponderantes na deposição marinha, incluindo as suas associações a bioconstruções estromatolíticas, são particularmente conhecidas no Precâmbrico (Simonson, 1985; Walter *et al.*, 1991; Peters *et al.*, 2017; Gabriel *et al.*, 2021; Manning-Berg e Kah, 2019; e referências aí contidas), o que denuncia condições geoquímicas da água do mar, bem diferentes das do Fanerozoico. Não esquecendo outras hipóteses difíceis de aferir dado o contexto estratigráfico e tectónico extraordinariamente limitado da Fm da Leba. Só estudos mais detalhados da faciologia da unidade poderão ajudar a um melhor entendimento de todos os processos sedimentares e geoquímicos envolvidos.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da FCT, I.P., no âmbito do projeto UIDB/04292/2020 e UIDP/04292/2020, MARE e do Laboratório Associado ARNET (LA/P/0069/2020) e através do IATV – Universidade de Coimbra. Os autores agradecem a Tomás Cristino pelo acompanhamento no trabalho de campo, bem como a Ana Cristina Azerêdo (Universidade de Lisboa) e a Paulo Fernandes (Universidade do Algarve) pela leitura do manuscrito.

Referências

Carvalho, H., Tassinari, C., Alves, P., Guimaraes, F., Simões, M., 2000. Geochronological review of the Precambrian in western Angola: links with Brazil. *Journal of African Earth Sciences*, **31**:383-402.

Correia, H., 1976. O Grupo Chela e Formação Leba como novas unidades litoestratigráficas resultantes da redefinição da “Formação da Chela” na região do Planalto da Humpata (Sudoeste de Angola). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **20**:65-130.

Duarte, L.V., Callapez, P. M., Kalukembe, A., Gonçalves, A., Segundo, J. C., Lapão, L., Prata, M. E., Bandeira, M. Cristino, A. T., 2004. Do Proterozoico da Serra da Leba (Planalto da Humpata) ao Cretácico da Bacia de Benguela (Angola). A geologia de lugares com elevado valor paisagístico. *Comunicações Geológicas*, **101**, Especial III: 1255-1259.

Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture in Ham, W.E., ed., *Classification of carbonate rocks*. *American Association of Petroleum Geologists, Memoir 1*, 62-84,108-121.

Folk, R. L. 1959. Practical petrographic classification of limestones. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, **43** (1):1-38.

Gabriel, N., Papineau, D., She, Z., Leider, A., Fogel, M., 2021. Organic diagenesis in stromatolitic dolomite and chert from the late Palaeoproterozoic McLeary Formation. *Precambrian Research*, **354**:Article 106052.

Manning-Berg, A.R., Kah, L. C., 2019. Proterozoic microbial mats and their constraints on environments of silicification. *Geobiology*, **15**:469–483.

Pedreira, A. J., De Waele, B., 2008. Contemporaneous evolution of the Palaeoproterozoic-Mesoproterozoic sedimentary basins of the São Francisco – Congo Craton. *Geological Society, Special Publications*, London, **294**:33-48.

Pereira, E., Tassinari, C. C. G., Rodrigues, J. F., Van-Dúnem, M. V., 2011. New data on the deposition age of the volcano-sedimentary Chela Group and its Eburnean basement: implications to post Eburnean crustal evolution of the SW of Angola. *Comunicações Geológicas*, **98**:29-40.

Peters, S. E., Husson, J. M., Wilcots, J., 2017. The rise and fall of stromatolites in shallow marine. *Environments. Geology*, **45** (6):487–490.

Simonson, B. M., 1985. Sedimentology of cherts in the Early Proterozoic Wishart Formation, Quebec-Newfoundland, Canada. *Sedimentology*, **32**(1): 23–40.

Vale, F. S., Gonçalves, F. G., 1973. Notícia explicativa da folha 355 (Humpata-Cainde), à escala 1:100.000, da Carta Geológica de Angola. Serviços de Geologia e Minas, Luanda.

Walter, M. R., Grotzinger, J. P., Schopf, J. W., 1992. Proterozoic Stromatolites. In: Schopf, J. W. (Eds.), *The Proterozoic Biosphere: A Multidisciplinary Study*. Cambridge University Press, 253-260.