

CARATERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS TUFOS CALCÁRIOS NO FLANCO SUL DA FLEUXURA DE ALGIBRE, ALGARVE CENTRAL (PORTUGAL)

GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF CARBONATE TUSA ON THE ALGIBRE SLOPE SOUTHERN SLOPES, CENTRAL ALGARVE (PORTUGAL)

Guerreiro, Paulo, *CEGOT, Coimbra, Portugal. pauloguerreiro@gmail.com*

Cunha, Lúcio, *CEGOT, Coimbra, Portugal. luciogeo@fl.uc.pt*

Ribeiro, Carlos, *CGE, Évora, Portugal. cribeiro@uevora.pt*

RESUMO

O Algarve apresenta vários afloramentos de tufo calcário, que ocorrem em plataformas elevadas ou em conformidade com os cursos de água atuais. As plataformas elevadas apresentam associações de fácies características de sistemas fluviais entrançados, associadas a ambientes fluviais de energia reduzida. Em conformidade com os cursos de água atuais de maior declive no perfil longitudinal encontram-se associações de fácies relacionadas com ambientes de alta energia com uma deposição rápida em sequências de cascatas.

ABSTRACT

The Algarve has many carbonate tufa outcrops, composed by higher platforms or conformal with modern streams. The higher platforms show a braided fluvial model characteristics, with low energy environment facies associations. Conformal with the modern streams with steep longitudinal profile, we find an environment of high energy facies association, with fast accumulation in waterfall series.

1. INTRODUÇÃO

O território peninsular ibérico é marcado por diversos afloramentos de tufos calcários distribuídos pelos vários maciços calcários. Na orla meso-cenozóica meridional portuguesa podem ser encontrados tufos calcários associados a exurgências de sistemas aquíferos jurássicos, conhecendo-se afloramentos nas bacias da ribeira de Quarteira e a leste desta.

Ao percolar no solo, a atividade do CO₂ da água meteórica aumenta ao incorporar o existente no solo, o que a torna mais ácida e promove a dissolução das formações calcárias. Após a exurgência, o equilíbrio com o CO₂ atmosférico juntamente com processos biológicos leva à precipitação e fixação do carbonato de cálcio em diversos tipos de substrato, formando os tufos calcários (Pedley, 2009).

As características sedimentares e morfológicas dos afloramentos são o reflexo do tipo de ambiente no momento da deposição. Neste sentido, têm sido propostos diferentes modelos de deposição com cortejos de fácies representativos que podem estar relacionados horizontalmente. Neste trabalho serão utilizados os sistemas propostos por Pentecost (2005), Pedley (2009) e Arenas-Abad *et al.* (2010). Na classificação de fácies optou-se por uma classificação baseada na frequência das associações vegetais fósseis, sendo utilizada uma adaptação da classificação apresentada em Arenas-Abad *et al.* (2010) segundo as condições subambientais.

2. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

A região algarvia subdivide-se em três grandes domínios geomorfológicos: a Serra, talhada no *flysch* paleozoico fortemente dobrado, o Barrocal que se desenvolve sobre na bacia meso-cenozóica e a plataforma litoral detrítica Plio-Plistocénica (Manupella, 1992). O relevo desta região foi moldado pela interação entre os processos erosivos modeladores de relevo e os processos tectónicos relacionados com a atividade da fronteira de placas entre a Eurásia e a Núbia (Manupella, 1992; Carvalho *et al.*, 2012).

À área em estudo é dominada pela linha de relevos associada à flexura de Algibre. A estrutura é composta por litologias calcárias e dolomíticas aquíferas do Jurássico Médio e Inferior, intercaladas por litologia margo-calcárias e areníticas; litologias evaporíticas intruem. (Manupella, 1992)

A natureza calcária destas formações viabiliza o desenvolvimento de uma paisagem cársica composta por campos de lapiás, acompanhados de dolinas e vales cegos. A imunidade cársica permite a manutenção de níveis aplanados e promove a formação de vales encaixados e manutenção de vertentes com declives elevados, como acontece em alguns setores das ribeiras de São Lourenço e do Rio Seco. Feio (1952) identificou formas de maturidade com níveis de erosão nesta área a 200 m com grande expressão em Loulé, e a 270-300 m a norte do Guilhim. As aplanagens litorais são identificadas na área a cerca de 160-170 m e de 125 m na base da flexura de Algibre, e outros níveis eustáticos pliocénicas a cotas inferiores (*op. cit.*).

3. DIVERSIDADE FACIOLÓGICA DOS TUFOS CALCÁRIOS

Atendendo à natureza da deposição, os depósitos de tufo são considerados como: (i) tufos fitoconstruídos; (ii) tufos clásticos; (iii) conglomerados de cimento carbonatado, sendo a componente neoformada composta essencialmente por calcite micrítica a esparítica.

Os tufos fitoconstruídos caracterizam-se pela nucleação dos precipitados carbonatados sobre os organismos (geralmente plantas), refletindo a sua forma através dos moldes externos.

Os tufos fitoconstruídos bandados têm a especificidade de apresentar camadas sazonais de acumulação, que refletem diferentes ritmos de crescimento, ou sucessões interespecíficas, ou interrupções na sedimentação (Brasier *et al.*, 2010). Quando associados a briófitas apresentam lâminas de 1 a 3 cm de espessura, formando-se em setores de energia elevada verticais dos canais ou marginais inundados sazonalmente, em comunidades expostas a borrifos junto de cascatas. Apresentam, em lâmina delgada, uma porosidade móldica subcircular com um diâmetro médio de 200 µm resultante do decaimento da matéria orgânica no interior de tubos carbonatados, assim como intersticial de maiores dimensões associadas à própria formação.

Outro tipo de fácies bandada está relacionada com a atividade microbiana ou de microalgas em áreas submersas durante períodos longos. As bandas correspondem camadas micríticas (escuras) intercaladas por camadas esparíticas (claras) que representam a variação sazonal. A textura das camadas esparíticas poderá ser afanítico, mas frequentemente apresenta formas mais complexas que afetam várias camadas (*v. g.* esparite em leque).

A precipitação em bandas pode ocorrer sobre macrófitas em posição de vida ou sobre restos destas, que determinam o *framework* de alguns ambientes de fluxo lento. As paliçadas e grupos de caules incrustados em posição de vida, juntamente com tufos fitoclásticos, formam-se em canais pouco profundos ou em áreas marginais. As camadas de tufo laminado acumulam-se, mimetizando as formas orgânicas originando porosidade móldica após a sua decomposição e porosidade abrigo sob os detritos. Foram também identificados poros ou filamentos micríticos, geralmente entre 10 e 40 µm.

O grupo dos tufos clásticos está relacionado com a acumulação de materiais detríticos acumulados em áreas de energia mais reduzida. O tufo intraclástico corresponde a incrustações mobilizadas da sua posição original, formando acumulações detríticas que poderão atingir vários centímetros numa matriz mais fina. A agitação das águas, que leva à quebra de partículas milimétricas acumuladas em diversos substratos ou formados a partir de materiais em suspensão acumulam-se em áreas de energia reduzida, formando tufo microdetrítico. Caso estes materiais microdetríticos se mantenham desagregados, a acumulação de carbonatos podem dar origem à formação de oncólitos com alguns milímetros de diâmetro.

Por fim, em áreas de influência fluvial alóctone ou gravitacional, há a formação de conglomerados com cimento carbonatado maciço ou correspondente às fácies anteriores.

Quadro 1 – Tipologia de Fácies Segundo a Natureza da Deposição (adaptado de Arenas-Abad *et al.*, 2010)

Tufos fitoconstruídos	de macrófitas incrustadas <i>in situ</i>	paliçada e grupos de caules	<i>Lst1</i>
		em cortina	<i>Lst2</i>
	bandados	de briófitas	<i>Llbr</i>
		de microorganismos	<i>Llab</i>
	fitoclástico		<i>Lbc</i>
Tufo clástico	de oncólitos		<i>Lo</i>
	microdetrítico		<i>Ld</i>
	intraclástico		<i>Li</i>
Conglomerado			<i>Ggl</i>

4. ASSOCIAÇÕES DE FÁCIES NOS AFLORAMENTOS ESTUDADOS

Os modelos de formação dos tufos calcários foram definidos com base na morfologia dominante e subambientes associados, sendo a variação lateral e vertical de fácies muito comum nestes ambientes.

Existem dois grandes aplanamentos, atualmente numa posição elevada, onde predominam fácies de fluxo lento. No afloramento de Loulé, conhecem-se sequências de tufo microdetrítico consolidado onde estão incluídos moldes de algas e macrófitas intercalados por camadas pulverulentas e algumas lentes cascalhentas, por vezes consolidadas. No setor oeste de Lagos e Relva, a presença de tufos fitoconstruídos é rara entre camadas mais discretas de tufo microdetrítico consolidado que convive com vários estádios de desenvolvimento de calcretos como os descritos por Alonso-Zarza (2003). É possível verificar atividade tectónica e processos erosivos fluviais e cárnicos no seio do afloramento. No setor nordeste da plataforma, há uma mudança para tufos fitoconstruídos semelhantes aos da plataforma louletana, e de tufo micrítico esbranquiçado com restos de gastrópodes, na parte central. Praticamente toda a plataforma termina com uma crosta de óxidos/hidróxidos de ferro recoberta por uma fina camada de solo. Em alguns setores de ambos os afloramentos existem tufos laminares associados a briófitas e a microorganismos sob a forma de pequenas cascatas ou montículos. Apenas uma área entre Lagos e Relva e a rib.^a do Rio Seco parece ser o corresponde atual onde a água flui livremente, uma vez que nas restantes situações os canais se encontram encanados.

Os restantes afloramentos correspondem a ambientes de maior energia, predominado fácies de tufos fitoconstruídos laminados. As cascatas caracterizam-se por volutas e atapetamentos formados por briófitas e microorganismos, que colonizam preferencialmente estas áreas de fluxo rápido e camadas sazonais. Na área, as cascatas variam de alguns centímetros até aproximadamente 5 m. Na pequena depressão formada na parte frontal da cascata, acumulam-se materiais microdetríticos ou oncólitos, por vezes intercalados por camadas cimentadas. No terraço formado pelo crescimento vertical das cascatas há formação de fácies a um fluxo mais lento pouco profundo ou de pequenos charcos, intercalados por fases detríticas alóctones, que ganham importância para montante formando conglomerados. Em algumas situações é possível identificar níveis de paleosolos. Nas cascatas mais

altas há formação de cortinas de plantas penduradas, que são incrustadas na parte frontal destas, como aconteceu em novas formações após o desmantelamento das plataformas pelas rib.^{as} do Cadouço (Loulé) e de Alface e Rio Seco (Lagos e Relva).

5. CONCLUSÕES

Os tufos calcários estudados apresentam diferentes associações de fácies em função da sua posição geomorfológica, diferenciando-se entre formações de fluxo lento e cursos de água com setores de fluxo turbulento.

Em áreas de declive reduzido, dominadas por canais entrançados de caudal variável há a formação de lentes de calcário microdetritico com alguns oncólitos e tufos fitoconstruídos sobre vegetação preferencialmente higrófila, desenvolvida ao longo dos canais e seus fitoclásticos, juntamente com algas filamentosas. Em setores de fluxo mais rápido ou turbulento pode haver formação de tufos laminares, mais ou menos contínuos ou apenas monticulares. A variabilidade sazonal do regime de escoamento, poderá levar à erosão dos tufos, que se acumulam noutros locais com menos energia. A este ambiente correspondem as plataformas de Loulé (entre 160 e 200 m), Lagos e Relva (130-150 m e aluvião da rib.^a de Alface entre os 120 e os 80 m).

Nas áreas onde os cursos de água apresentam maior turbulência, como ruturas no perfil longitudinal, afloramentos rochosos ou acumulações detriticas favorecem uma incrustação mais acelerada. Estas áreas de acumulação rápida promovem o crescimento vertical progradante de fácies fitoconstruídas lamelares, formando uma barreira fitoconstruída que forma uma cascata e microambientes associados. O crescimento vertical permite a formação de pequenos lagos a montante ou de depósitos de fluxo lento viabilizados pelo terraço formado pela barreira fitoconstruída, que poderão ter influência alóctone. A jusante pode-se formar uma pequena depressão abrasiva, onde se acumula tufo micrítico ou pequenos oncólitos até 0,5 mm. Frequentemente os sistemas apresentam uma sequência de cascatas de dimensão variável.

De grosso modo, o tipo de deposição identificada enquadra-se nos modelos propostos por Arenas-Abad *et al.* (2010).

AGRADECIMENTOS

Trabalho no financiado pela bolsa SFRH/BD/62323/2009 da Fundação para a Ciência e Tecnologia. São devidos agradecimentos à DGT e IGOT pela disponibilização de recursos das respetivas fototecas. Um bem-haja à D. Isabel pelo apoio prestado enquanto ao serviço da biblioteca e mapoteca do Departamento de Geografia da UC.

REFERÊNCIAS

- ALONSO-ZARZA, M. (2003) – “Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record” in *Earth-Science Reviews*, 60. pp. 261–298.
- ARENAS-ABAD, C.; VÁSQUEZ-URBEZ, M.; PARDO-TIRAPU, G.; SANCHO-MARCÉN, C. (2010) – “Fluvial and associated carbonate deposits” in A. M. ALONSO-ZARZA & L. H. TANNER - *Carbonates in Continental Settings – Facies, Environments and Processes*. Devel. in Sed., 61. pp. 133-175.
- BRASIER, A. T.; ANDREWS, J. E.; MARCA-BELL, A. D.; DENNIS, P. F. (2010) – “Depositional continuity of seasonally laminated tufas: implications for $\delta^{18}\text{O}$ based temperatures” in *Global and Planetary Change*, 71. pp. 160-167.

- CARVALHO, J.; MATIAS, H.; RABEH, T.; MENEZES, P. T. L.; BARBOSA, V. C. F.; DIAS, R.; CARRILHO, F. (2012) – “Connecting onshore structures in the Algarve with the southern Portuguese continental margin: The Carcavai fault zone” in *Tectonophysics*, 570-571. pp. 151-162.
- FEIO, M. (1952) – *A Evolução do Relevo do Baixo Alentejo e Algarve*. Dissertação de Doutoramento em Geografia apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Lisboa. 186 p.
- MANUPPELLA, G. (1992) – *Nota Explicativa da Carta Geológica da Região do Algarve à escala 1:100 000*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 15 p.
- PEDLEY, M. (2009) – “Tufas and travertines of the Mediterranean region: a testing ground for freshwater carbonate concepts and developments” in *Sed.*, 56. pp. 221-246.
- PENTECOST, A. (2005) – *Travertine*. Springer. Berlim. 445 pp.