



## Proveniências no Neolítico; arqueometria em contextos geológicos distintos

### Provenances in the Neolithic; archaeometry in different geological contexts

**Pedro, J.<sup>1\*</sup>; Moita, P.<sup>2</sup>; Boaventura<sup>3</sup> R.; Almeida, L.<sup>2</sup>; Machado, S.<sup>4</sup>; Nogueira, P.<sup>1</sup>; Máximo, J.<sup>2</sup>; Mataloto, R.<sup>5</sup>; Pereira, A.<sup>6</sup>; Ribeiro, S.<sup>7</sup>; Santos, J. f.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>ICT | Instituto de Investigação e Formação Avançada e Departamento de Geociências | Escola de Ciências e Tecnologia Universidade de Évora; [\\*jpedro@uevora.pt](mailto:*jpedro@uevora.pt)

<sup>2</sup>Laboratório HERCULES | Instituto de Investigação e Formação Avançada e Departamento de Geociências | Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

<sup>3</sup>UNIARQ | Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa | Município de Odivelas

<sup>4</sup>Laboratório Nacional de Energia e Geologia

<sup>5</sup>UNIARQ | Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa | Município do Redondo

<sup>6</sup>UNIARQ | Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa

<sup>7</sup>GeoBiotec | Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro

#### Resumo

O projeto MEGAGEO visa correlacionar os materiais geológicos usados na construção das antas, durante o Neolítico, com o seu local de extração. Envolve 3 áreas de estudo com contextos geológicos distintos - Lisboa, Freixo-Redondo e Monforte, cuja diversidade de materiais permitiu a aplicação de diferentes metodologias e técnicas analíticas (DRX, ATG, FRX, ICP-MS, LA-ICP-MS, SEM-EDS, TIMS). Baseado nos resultados obtidos em amostras de antas e afloramentos, é avançada uma proveniência local para a generalidade dos esteios de antas das áreas de Lisboa e Freixo-Redondo (até 800m), aumentando esta distância (1000-1700m) na área de Monforte.

Palavras-chave: Antas, Geoquímica, Geoarqueologia, Arqueometria, Proveniências

#### Abstract

The MEGAGEO project aims to correlate the geological materials used in the construction of dolmens during the Neolithic with the local of extraction. It involves three study areas - Lisbon, Freixo-Redondo and Monforte - with different geological contexts whose diversity of materials allowed the application of different methodologies and analytical techniques (XRD, ATG, LA-ICP-MS, SEM-EDS, Raman and TIMS). The results obtained in samples of domens and outcrops, points to a local source for most of the dolmen slabs from the areas of Lisbon and Freixo-Redondo (circa 800m) increasing the distance (1000-1700m) in the Monforte area.

Keywords: Dolmens, Geochemistry, Geoarchaeology, Archaeometry, Provenances

## Introdução

A proveniência geológica das lajes utilizadas na construção de antas não foi, com raras exceções (Dehn *et al.*, 1991), objeto de estudo. O projeto MEGAGEO surgiu assim da necessidade de uma análise que conjuga competências na área da arqueologia e da geologia.

É objetivo do MEGAGEO caracterizar e integrar a informação obtida nos esteios e afloramentos-alvo (e.g. mineralogia, petrografia, geoquímica, blocometria, características de meteorização) com vista ao estabelecimento de proveniências dos materiais geológicos.

A diversidade de contextos e materiais geológicos, a topografia e o impacto antrópico de cada área foram factores condicionantes para a aplicação de diferentes metodologias tanto ao nível de trabalho de campo como das metodologias analíticas aplicadas.

## Enquadramento geo-arqueológico

O projeto MEGAGEO analisou três áreas, como casos de estudo, da região Centro-Sul de Portugal (Fig. 1): Lisboa (Baixa Estremadura, Orla Meso-Cenozoica), Freixo-Redondo e Monforte (ambas no Alto Alentejo, Zona de Ossa-Morena).

As antas estudadas, que perfazem um total de trinta e duas, terão sido erigidas no 4º milénio a.n.e. e transição para o milénio seguinte, encontrando-se em diferentes estados de conservação. Exibem, na generalidade, uma estrutura pétreia constituída por sete esteios na câmara com uma entrada orientada para Nascente.

A área de Lisboa é caracterizada por uma estrutura sedimentar monoclinar onde ocorrem essencialmente margas, calcários margosos e calcários

crystalinos (Cretácico Inferior/Superior) pertencentes às formações de Caneças e da Bica, intruídas por rochas de natureza basáltica pertencentes ao Complexo Vulcânico de Lisboa (Kulberg *et al.*, 1991; Rey *et al.*, 2006). Foram estudadas oito antas que se distribuem desde Bucelas (Monte Serves) até Agualva-Cacém (Carrascal), implantadas quer na Formação de Caneças quer na Formação da Bica,

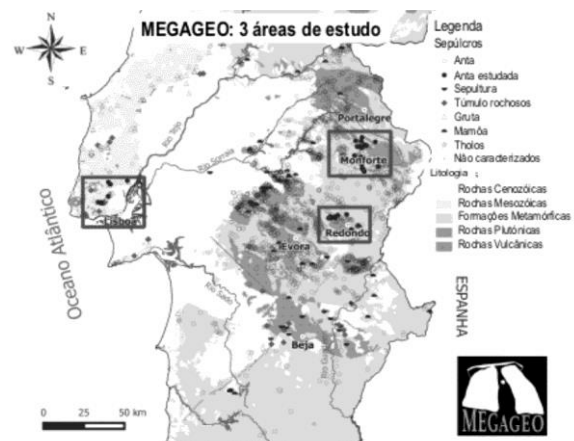


Fig. 1 – Áreas de estudo do projeto MEGAGEO

constituídas por calcários margosos e calcários cristalinos. Como exceção destaca-se um monólito de basalto na anta de Carcavelos.

A área do Freixo-Redondo é constituída por rochas metamórficas (gnaiesses, micaxistos, filitos e metagrauvaques), que são intruídas pelo maciço ígneo do Redondo (Carvalhosa *et al.*, 1986). Este corresponde a um corpo granodiorítico, com uma pequena ocorrência de gabro/diorito, exibindo frequentes encaves de rochas encaixantes e evidências de mistura de magmas. Nesta área foram estudadas dez antas. Oito estão implantadas no substrato granodiorítico e nos gnaiesses encaixantes (Freixo *cluster*) sendo constituídas predominantemente por granodioritos. Destacam-se deste contexto mais duas antas (Godinhos e Candieira), que se localizam mais a

norte e a este respetivamente. A anta de Godinhos é constituída por migmatitos e granito moscovítico e a anta da Candieira edificada exclusivamente com esteios de xisto porfiroblástico (andaluzite).

A área de Monforte é dominada pelo maciço granítico de Monforte, correspondendo a um granito róseo que intrui o encaixante formado por gnaisses, metapelitos, anfibolitos, rochas carbonatadas e calcossilicatadas (Gonçalves *et al.*, 1975). As catorze antas estudadas estão implantadas quer no granito quer no encaixante e são constituídas por granitóides, gnaisses, rochas carbonatadas, vulcânicas intermédias e corneanas calcossilicatadas.

### Metodologia

Para as três áreas foi efetuada uma caracterização macroscópica das várias litologias presentes nos esteios, a que se seguiu um trabalho de campo de pormenor com vista à seleção de afloramentos compatíveis com a sua utilização como local de extração.

Os afloramentos foram selecionados com base na sua litologia, aspetos texturais/ estruturais particulares (e.g. encaves, veios de quartzo) área aflorante, blocometria, características de meteorização, evidências de extração de blocos e distância à anta. As amostras recolhidas das antas e dos afloramentos foram processadas com vista à produção de lâminas polidas e amostras de pós da fração global com uma granularidade de 95% da amostra inferior a 100mesh.

A análise petrográfica foi efetuada por processos convencionais de macro e microscopia ótica, complementada através de técnicas de microscopia eletrónica de varrimento acoplada a detetor de energia dispersiva de raios-X (SEM-EDS), permitindo correlacionar textural e mineralogicamente as

litologias dos esteios com os afloramentos de proveniência (Fig. 2). No caso das rochas carbonatadas na área de Lisboa foi dada ainda especial atenção à macro e micro fauna.

A geoquímica multi-elementar foi efetuada inicialmente por FRX-portátil (fluorescência de raios-X) e posteriormente complementada por ICP-MS (espectrometria de massa acoplada a plasma indutivo; Fig. 3), enquanto que a geoquímica isotópica ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  para as rochas ígneas e metamórficas e  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  para as rochas carbonatadas) foi realizada por TIMS (espectrometria de massa de ionização térmica), com o objetivo de caracterizar detalhadamente os esteios das antas e de corroborar a proveniência dos mesmos.

Nas rochas carbonatas as fases minerais foram identificadas (Fig. 4) com recurso a técnicas DRX (difração de raios-X) complementada com a quantificação das

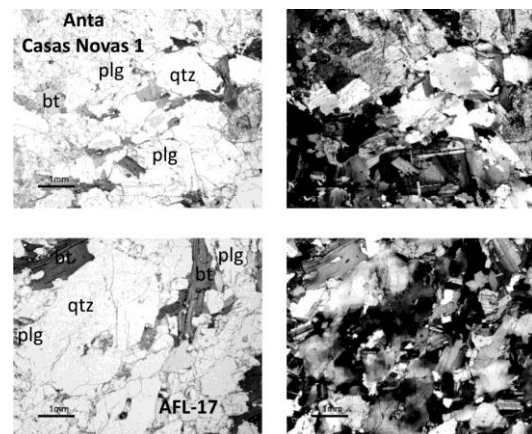


Fig. 2 – Correspondência petrográfica (granodioritos) entre esteios de antas (Casas Novas 1) e afloramento de proveniência (AFL-17) observada em fotomicrografia.

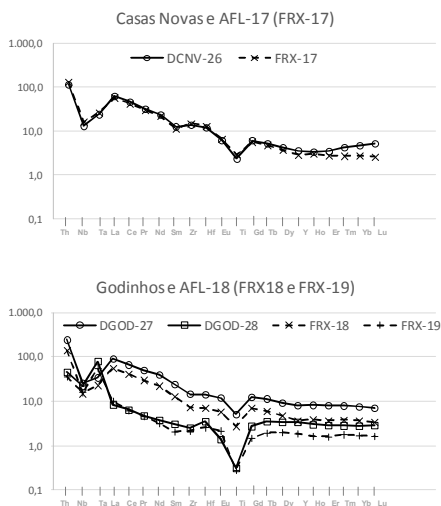


Fig.3 – Correspondência geoquímica entre esteios de antas e afloramento de proveniência (Normalização rocha/manto primitivo segundo Sun & McDonough, 1989).

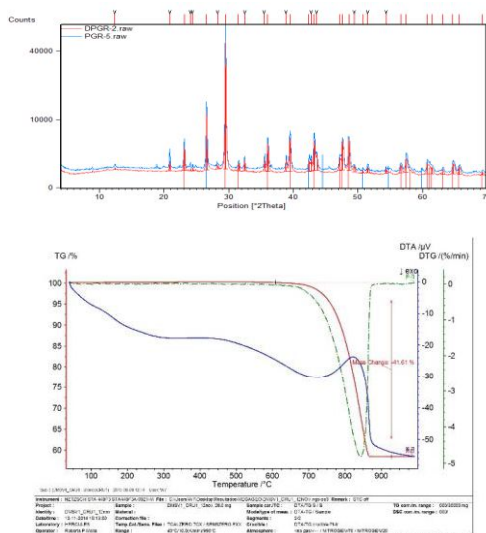


Fig.4 – Microanálises de carbonatos por difração de raio-X e análise termogravimétrica.

fases carbonatadas por ATG (análise termogravimétrica).

A comparação entre as fases minerais das rochas ígneas e metamórficas, ainda em fase de processamento, tem sido efetuada com recurso a LA-ICP-MS (ablação a laser) nomeadamente para composições de elementos terras raras em anfíbolos.

## Discussão

Na região de Lisboa, nomeadamente para as antas de Alto da Toupeira e

Pedras Grandes verificou-se uma boa correlação com os afloramentos selecionados, não obstante o fortíssimo impacto antrópico que alterou certamente a paisagem e acessibilidade aos afloramentos desde o Neolítico.

Noutros casos porém, não foi possível até à data, identificar inequivocamente as bancadas/afloramentos de onde terão sido extraídos os esteios das antas onde se verifica uma forte atividade orgânica -icnofósseis (e.g. anta de Monte Abraão e Estria), não só pela forte urbanização mas também por serem estruturas ocultas na estratificação sub-horizontal.

Relativamente à área do Freixo-Redondo os resultados obtidos da petrografia, da mineralogia da geoquímica elementar e isotópica para os esteios das antas e para os afloramentos geológicos permitiram em alguns casos relacionar diretamente esteios com os afloramentos e determinar a proveniência dos megálitos. Noutros casos porém, não se verifica uma correspondência clara em termos de elementos maiores ou traço, o que pode ser justificado pela falta de representatividade das amostras recolhidas nas antas, devido à sub-dimensão das amostras nomeadamente nos litótipos de maior granularidade.

Outra hipótese prende-se com o facto da variabilidade composicional verificada na intrusão granodiorítica e nos esteios das antas, resultar da complexidade de processos magmáticos realçada através das evidências de *mixing/mingling* e diferentes graus de digestão de enclaves metamórficos. De qualquer modo os resultados obtidos alertam para a necessidade de alargar os trabalhos de pesquisa para afloramentos mais afastados das antas,



na tentativa de estabelecer relações claras e inequívocas entre esteios e afloramentos. Apesar de relativamente à área de Monforte as amostras das antas estarem ainda em fase de processamento, a forte variabilidade litológica encontrada nos esteios implica desde já, para algumas antas, diferentes locais de proveniência com distâncias consideráveis entre si.

### Conclusões

Não obstante o trabalho que ainda está a ser desenvolvido, os dados disponíveis mostram que, em termos gerais, nas áreas de Lisboa e Freixo-Redondo, onde o contexto litológico é menos diversificado, as antas localizam-se sensivelmente a uma distância inferior a 800m dos afloramentos de proveniência, enquanto que na área de Monforte, onde há uma maior diversidade litológica, as antas localizam-se a 1000 - 1700m dos afloramentos de proveniência.

### Agradecimentos

Financiamento da FCT através do projeto MEGAGEO PTDC/EPH-ARQ/3971/2012

### Referências

- Carvalhosa, A., Gonçalves, F. & Oliveira, V. (1986). Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000 da folha 36-D Redondo, Serviços Geológicos de Portugal
- Dehn, W., Kab, P., Vortisc, H. (1991). Geologisch-petrographische Untersuchungen Rhein. 32, p. 1-28. DeKaVo91 1991 an Megalithgräbern Portugals. Madrider Mitteilungen. Mainz-am-Rhein. 32, p. 1-28.
- Gonçalves, F., Zbyszewski, G. & Pinto Coelho, A. V. (1975). Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000 da folha 32-D Sousel, Serviços Geológicos de Portugal.
- Kulberg, M. C., Manupella, G., Rey, J. & Berthou, P. (1991). Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000 da folha 34-A Sintra, LNEG.
- Rey, J., Dias, R., Rebelo, L., Pais, J., Ornelas, F., Moniz, C. & Cabral, J. (2008). Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000 da folha 34-B Loures, LNEG.
- Sun, S. and McDonough, W. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: implications for mantle composition and processes In: A. Saunders and J. Norry (Eds.), Magmatism in oceanic basins. Geol. Soc. London Spec. Publ., 42: 313-345.