

## **Ocorrência de xenótimo em amostras aluvionares da região centro-leste de Portugal (Zona Centro Ibérica/Zona de Ossa Morena)**

### *Xenotime occurrence in alluvial samples from east-central Portugal (Central Ibérian Zone/Ossa-Morena Zone)*

**R. SALGUEIRO** – [rute.salgueiro@ineti.pt](mailto:rute.salgueiro@ineti.pt) (LNEG; CEGUL e CREMINER-ISR, LA / FCUL)

**D. ROSA** – [diogo.rosa@ineti.pt](mailto:diogo.rosa@ineti.pt) (LNEG; CREMINER-ISR, LA / FCUL)

**C. INVERNO** – [carlos.inverno@ineti.pt](mailto:carlos.inverno@ineti.pt) (LNEG; CREMINER-ISR, LA / FCUL)

**D. OLIVEIRA** – [daniel.oliveira@ineti.pt](mailto:daniel.oliveira@ineti.pt) (LNEG; CREMINER-ISR, LA / FCUL)

**RESUMO:** Foi identificado, possivelmente pela primeira vez em Portugal, xenótimo aluvionar em concentrados de bateia colhidos numa campanha de prospecção de terras raras desenvolvida pelo ex-IGM no centro-leste deste país. O xenótimo ocorre em grãos sub-rolados de dimensão média  $\approx 250\mu\text{m}$ , em concentrações mais significativas em Nisa, S<sup>to</sup> António das Areias e Marvão. A geologia regional e o cortejo mineral das amostras sugerem proveniência do xenótimo dos maciços graníticos de Penamacor e Nisa e ainda das Arcoses da Beira Baixa e níveis de cascalheiras plio-pleistocénicas com intercalações argilo-arenosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** xenótimo, aluvionar, terras raras, ZCI/ZOM.

**ABSTRACT:** This is possibly the first time that xenotime has been identified in Portugal in alluvial pan concentrates collected while prospecting for rare earths – a project undertaken by the IGM in the east-central Portugal. The xenotime occurs in sub-rounded grains averaging size  $\approx 250\mu\text{m}$ , with the largest concentrations in Nisa, S<sup>to</sup> António das Areias and Marvão. The regional geology and the suite of mineral samples suggest xenotime originates from the granitic massifs of Nisa and Penamacor and also the Beira Baixa Arcoses and levels of Plio-Pleistocene gravels interspersed with sandy clay.

**KEYWORDS:** xenotime, alluvial, rare earths, CIZ/OMZ.

## **1. INTRODUÇÃO**

A identificação de xenótimo resultou do estudo de 1962 amostras de bateia colhidas na Beira Baixa e Alto Alentejo (norte) no âmbito de uma campanha de prospecção dirigida à identificação de horizontes portadores de minerais de terras raras, no período de 1995-2007 (Inverno *et al.*, 2007). Considerando a geologia predominante na área de colheita das amostras aluvionares patente na carta Geológica de Portugal à escala 1/500 000, a distribuição destas permite agrupá-las de acordo com o estabelecido na Tabela 1.

O xenótimo (YPO<sub>4</sub>) é um dos poucos minerais de ítrio conhecidos. Compostos de ítrio são usados como substâncias luminescentes em ecrãs, sistemas laser e como catalizadores na polimerização de etileno (Hammond, 1995) e poderão vir a ter aplicação em cerâmicas supercondutoras. O fornecimento de ítrio proveniente de placers de monazite e xenótimo é vasto

(reservas mundiais de 540.000 t de  $Y_2O_3$ ). Em 2003, a produção foi dominada pela China, com 2300 t de  $Y_2O_3$ , tendo o resto do mundo produzido um total de apenas 100 t (USGS, 2004). No entanto, antecipa-se que a procura de ítrio continuará a crescer se a sua utilização em supercondutores estáveis a temperatura ambiente for confirmada, e se estes supercondutores começarem a ter aplicações comerciais. Esta segunda geração de supercondutores, baseada em óxido de ítrio, cobre e bário, é denominada de YBCO. De acordo com a revista 3M, uma análise indica que o mercado potencial para supercondutores nos EUA, Japão e na Europa atingirá os 122 mil milhões de dólares americanos em 2020 (Morrison, 1999), sendo de antever portanto subidas de preços do ítrio, que custa actualmente  $\approx 45$  USD/kg. Ciente da importância das terras raras (lantanídeos, ítrio e escândio) em aplicações de ponta, nomeadamente as tecnologias de energias renováveis e de veículos híbridos, bem como da sua posição dominante no mercado, a China começou a restringir a exportação destes elementos e dos seus minérios, através da aplicação de taxas à exportação e, inclusivé, proibindo a sua exportação. A imposição de quotas à exportação cada vez mais restritas por parte da China torna fundamental o aparecimento de produtores alternativos, pelo que a identificação de xenótimo no nosso país é de particular relevância.

Tabela 1 - Distribuição regional das 1962 amostras estudadas e percentagem relativa de amostras com xenótimo.

	<b>Cartas 1/25 000</b>	<b>Nº amostras estudadas</b>	<b>% amostras com xenótimo</b>
<b>Grupo 1</b>	258, Monsanto	129	20
	269, S. Miguel d'Acha	232	5
	270, Alcafozes	119	16
<b>Grupo 2</b>	306-A, Rosmaninhal Leste	13	8
	314, Vila Velha de Rodão	202	-
	315, Montalvão (Nisa)	129	9
	315-A, Montalvão-Este (Nisa)	54	13
	315-B, Rosmaninhal Sul	26	23
	324, Nisa	57	58
	325, Póvoas e Meadas	148	28
	325-A, Retorta	8	13
	<b>Grupo 3</b>	336, S <sup>10</sup> António das Areias	81
348, Marvão		170	6
360, Alegrete		108	0
<b>Grupo 4</b>	372, Assumar (Monforte)	134	1
<b>Grupo 5</b>	383, Fronteira	352	1
<b>TOTAL</b>		<b>1962</b>	

## 2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A zona de estudo engloba, de norte para sul, as unidades dos Xistos das Beiras (Câmbrico) pontuadas com os maciços graníticos de V. Prazeres, Idanha-a-Nova, Penamacor, Nisa e Portalegre, as Arcoses da Beira Baixa (Paleogénico) e formações areno-conglomeráticas mio-pliocénicas associadas e as cristas quartzíticas ordovícicas de Penha Garcia-Salvador, V. Velha de Ródão e Portalegre na Zona Centro Ibérica (ZCI). Já na Zona de Ossa Morena (ZOM) inclui rochas da Série Negra na zona de cisalhamento Tomar-Cordoba e rochas hipercalinas ordovícicas e metassedimentares câmbricas recortadas localmente por maciços graníticos (Fronteira e Ervedal).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

As 1962 amostras aluvionares foram bateadas e crivadas a dimensões <3 mm no local da sua colheita. Em laboratório procedeu-se à separação em bromóformio (>2,89 g/cm<sup>3</sup>). Os minerais pesados foram separados por íman manual com capacidade de atrair minerais com susceptibilidade magnética  $\geq 10 \times 10^{-6}$  C.G.S.M.E. Os grãos de xenótimo foram analisados num gerador de raios X Philips, modelo PW-1008, radiação Cuk $\alpha$ , voltagem 40 kV e corrente 30 mA.

### 4. XENÓTIMO

O xenótimo com susceptibilidade magnética aproximadamente de  $18,9 \times 10^{-6}$  C.G.S.M.E (Parfenoff *et al.*, 1970), ocorre na fracção magnética das amostras estudadas sob a forma de grãos rolados a sub-rolados de cor verde clara ou castanha amarelada de brilho resinoso, por vezes reconhecendo-se parte das formas cristalográficas tetragonais prismáticas longas ou curtas, bipiramidais (Fig. 1), tal como é descrito por Dana e Ford (1932); a dimensão média destes grãos é  $\approx 250 \mu\text{m}$ . Para além das características físicas e morfológicas, a confirmação da identidade deste mineral foi dada por difractometria de raios X. O xenótimo ocorre em maior número de amostras no Grupo 2 e 3, atingindo 58% em Nisa e 78% em S<sup>to</sup> António das Areias; na maioria das amostras o xenótimo representa  $\leq 1$  a 5% (Tabela 2) do volume da fracção magnética; contudo, em S<sup>to</sup> António das Areias e Marvão (Grupo 3) atinge valores do intervalo de 5 a 25% desta fracção.

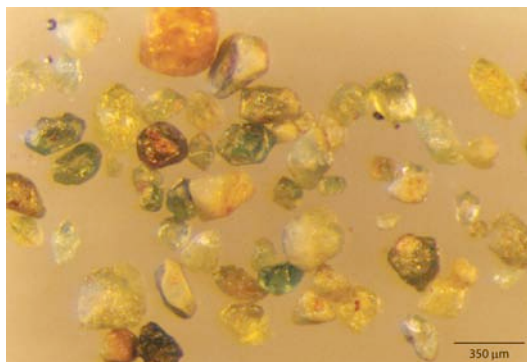


Figura 1 - Grãos de xenótimo presentes em amostras aluvionares da região de Vila Velha de Ródão.

### 5. CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ALUVIONARES COM XENÓTIMO

Das amostras aluvionares estudadas, o xenótimo ocorre pelo menos em 237, uma vez que não foram contabilizadas as amostras da carta n.º 314 (Vila Velha de Ródão) onde se confirmou pela primeira vez a presença deste mineral (Fig. 1). Nestas amostras determinou-se o cortejo mineral predominante bem como outros minerais que ocorrem de forma mais rara (Tabela II). Pela análise da Tabela II é possível verificar que o cortejo mineral apresenta algumas variantes de grupo para grupo, sendo geralmente mais vasto nos grupos com maior concentração de xenótimo (Grupo 2 e 3). Além do xenótimo, a ilmenite e a monazite clássica encontram-se presentes em todos os grupos de amostras, sendo também frequente a monazite nodular. De outros minerais de interesse, identificados, salienta-se a cassiterite, scheelite, volframite e pirite.

### 6. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O estudo de minerais pesados permitiu o reconhecimento de xenótimo (e outros minerais de interesse económico) na região centro de Portugal. Os valores mais elevados de concentração de xenótimo foram obtidos nas amostras do Grupo 2 e 3 (Nisa, S<sup>to</sup> António das Areias e Marvão). As diferenças entre o cortejo mineral dos diferentes grupos são o reflexo da geologia regional.

Assim, na região de Penamacor-Monsanto e de Nisa-C. Vide-Marvão (Grupo 1, 2 e 3) o xenótipo mostra uma derivação granítica dominante, ocorrendo nas redes de drenagem (com máximo em S<sup>to</sup>. António das Areias) dos maciços graníticos de Penamacor e de Nisa, respectivamente, quase sempre associado à monazite clássica.

Tabela 2- Ocorrência de xenótipo na fracção magnética das amostras dos diferentes grupos estabelecidos; ocorrência de minerais predominantes e outros nas mesmas amostras.

Grupo	Xenótipo (na fracção magnética)	Minerais predominantes (na amostra total)														Outros minerais (na amostra total)				
		Ilmenite	Granada	Epidoto s./l	Leucóxena	Espinela	Óx. ferro	Estaurólite	Monazite cl	Turmalina	Andaluzite	Anátase	Zircão	Biotite	Rútilo		Apatite	Pirite	Volframite	Scheelite
1	≤1%	x		x			x			x	x	x	x	x		x				Cassiterite, scheelite, zircão, monazite clássica e monazite nodular
2	≤1 a 5%	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	Monazite nodular e monazite clássica
3	≤1 a 25%	x					x			x	x	x	x	x					x	Monazite clássica e monazite nodular
4	≤1%	x	x	x		x	x													Monazite clássica, zircão, silimanite
5	≤1%	x	x	x	x	x	x	x												Monazite clássica, zircão, rútilo, andaluzite

Complementarmente, algumas amostras do Grupo 2 indicam uma forte associação do xenótipo às Arcoses da Beira Baixa e a níveis de cascalheiras plio-pleistocénicas com intercalações argilo-arenosas nas mesmas áreas (Inverno *et al.*, 2007). Não são, por outro lado, produtivos em xenótipo os quartzitos radioactivos ordovícicos de Penha Garcia e Portalegre (Grupos 1 e 3-4, respectivamente), ricos em monazite nodular (Inverno *et al.*, 1998).

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Rosa Pateiro, Martim Chichorro e Helena Santana a sua colaboração na preparação das amostras e identificação de minerais à lupa binocular.

### Referências

- Dana, E.S., e Ford, W.E. (1932) - *A Textbook of Mineralogy with-an extended treatise on crystallography and physical mineralogy*. Jonh Wiley & Son, Inc., New York, USA, 4th edition, 851p.
- Hammond, C.R. (1997) - *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 78th edition. David R. Lide, Editor in Chief.
- Inverno, C.M.C., Oliveira, D.P.S., e Rodrigues, L., (colaboração de: Viegas, L., Matos, J., Martins, L., Salgueiro, R., Lencastre, J., Farinha, J., Rosa, D., Chichorro, M., Santana, H., Oliveira, V., Fernandes, J., e Pateiro, R.) (2007) - Inventariação e prospeção de terras raras nas regiões fronteiriças da Beira Baixa e do Norte Alentejo: Alfragide, INETI, Relatório Interno, 2982p.
- Inverno, C.M.C., Oliveira, D.P.S., Viegas, L.F.S., Lencastre, J.P.B., e Salgueiro, R.M.M., (1998), REE-enriched Ordovician quartzites in Vale de Cavalos, Portalegre, Portugal: Proceedings Volume of GeoCongress'98, Pretória, Jul.1998, Geological Society of South Africa, p. 153-157.
- Parfenoff, A., Pomerol, C., Toureno, J., (1970) - *Les Minéraux en Grains – Méthodes d'étude et Détermination*. Paris, Masson et Cie, Éditeurs.
- Morrison, G. (1999) - Superconductor power up, *Mechanical Engineering Magazine*, January 1999 issue.
- United States Geological Survey (2004) - Mineral Commodity Summaries-Yttrium, January 2000.