

# Workshop em Ciências da Terra e do Espaço

Livro de Actas  
2019

*Programa Doutoral em Ciências da Terra e do Espaço*

Universidade de Évora



UNIVERSIDADE DE ÉVORA  
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO  
E FORMAÇÃO AVANÇADA

# **Workshop em Ciências da Terra e do Espaço**

Livro de Actas 2019

**No âmbito da Unidade Curricular de Seminário do**  
*Programa doutoral em Ciências da Terra e do Espaço*  
*e*  
*Mestrado em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço*

## **Universidade de Évora**

*Instituto de Investigação e Formação Avançada e Departamento de Física*

*Editores:*  
*José F. Borges*  
*Paula Afonso*  
*Rui Salgado*

Título: Workshop em Ciências da Terra e do Espaço – Livro de Actas 2019

Coordenadores: José F. Borges e Rui Salgado

Editores: José F. Borges, Paula Afonso e Rui Salgado

Julho de 2020

© Universidade de Évora

Rua Romão Ramalho, 59

7000-671 Évora Portugal

ISBN: 978-989-98836-3-5

## Índice

Prefácio	6
Agradecimentos	7
Estimation of photovoltaic energy production in Portugal <i>Afonso Cavaco, Paulo Canhoto, Manuel Collares Pereira</i>	8
Simulação de um Forno de Aquecimento de Biletas <i>Sérgio Cavaleiro Costa, Isabel Malico, Daniel Santos, Miguel Barão, Luís Rato, Paulo Canhoto, Rui Pedro Lima, Sofia Oliveira, Paulo Fontes, Susana Cravo</i>	15
Observação Termométrica em Alqueva entre 2017 e 2018 <i>Ana Carolina da Purificação, Miguel Potes, Rui Salgado</i>	20
Chemical and Mineralogical Composition of Neolithic and Chalcolithic Arrowheads: A Methodological Approach <i>Mafalda Costa, Luís Dias, Leonor Rocha, Jorge Oliveira, Pedro Barrulas, José Mirão</i>	28
Magnetometria na região de Cabeço de Vide – Setor Alter do Chão – Elvas <i>Paula Afonso, José F. Borges, Pedro Nogueira</i>	34
The MINEPLAT PROJECT - A comprehensive work for assessment of the Alentejo continental shelf for minerals and Quaternary environmental changes <i>João Noiva, Carlos Ribeiro, Pedro Terrinha, Pedro Brito, Marta Neres</i>	40
Matéria orgânica em liditos e xistos negros do Silúrico da Zona de Ossa-Morena (Mina dos Mociços – Alandroal) <i>André Carvalho, Sandro Vicente, Paula Afonso, Noel Moreira, Miguel Maia, Pedro Nogueira, Joana Ribeiro, Vanessa Laranjeira, Deolinda Flores</i>	46
Site effect, Amplification and soil characterization of Mitidja basin, Algiers <i>Souhila Chabane, Mourad Bezzeghoud, João Fontiela, Djamel Machain, El-Hadi Oubaiche, Rabah Bensalem</i>	52
Terra; Um Planeta dinâmico: A Estrutura Interna da Terra Modelos didáticos como recurso para a compreensão das Geociências <i>Vânia Silva</i>	61

**MATÉRIA ORGÂNICA EM LIDITOS E XISTOS NEGROS DO  
SILÚRICO DA ZONA DE OSSA-MORENA (MINA DOS MOCIÇOS –  
ALANDROAL)**

ORGANIC MATTER IN SILURIC LYDITES AND BLACK SHALES FROM OSSA-  
MORENA ZONE (MOCIÇOS MINE – ALANDROAL)

ANDRÉ CARVALHO

*Departamento de Geociências da Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora, R.  
Romão Ramalho 59, Évora, Portugal, a.flupe.carvalho@gmail.com*

SANDRO VICENTE

*Departamento de Geociências da Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora, R.  
Romão Ramalho 59, Évora, Portugal, sandrorpvicente@gmail.com*

PAULA AFONSO, NOEL MOREIRA, MIGUEL MAIA, PEDRO NOGUEIRA

*Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo de Évora, Departamento de Geociências da Escola de  
Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora, R. Romão Ramalho 59  
Évora, Portugal paula.afonso24@gmail.com, geo.noel.87@gmail.com, mcmaiageo@gmail.com,  
pnogas@gmail.com,*

JOANA RIBEIRO

*Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo do Porto, Departamento de Ciências da Terra da  
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, R. Sílvio Lima, Coimbra,  
Portugal, joanaribeiro@fc.up.pt*

VANESSA LARANJEIRA, DEOLINDA FLORES

*Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e  
Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, R. Campo Alegre  
687, Porto, Portugal, vanessalaranjeira01@gmail.com, dflores@fc.up.pt*

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo a identificação e caracterização petrográfica do conteúdo em matéria orgânica de 8 amostras de rochas de idade Silúrica da sondagem SD4 realizada pelo Serviço de Fomento Mineiro na região do Alandroal (Mina dos Mociços). Os liditos e xistos negros do Silúrico da Zona de Ossa Morena são marcados pela presença de partículas de matéria orgânica dispersa, tendo a análise destas litologias permitido a identificação e descrição destas partículas, que ocorrem em maior abundância nas amostras de xistos negros. Os valores mais elevados de reflectância são obtidos na matéria orgânica identificada nos xistos negros (2.91%-4.51%). Estes valores poderão estar associados à relativa proximidade entre os xistos negros e a estrutura mineralizada principal. A circulação de fluidos hidrotermais associados ao transporte e deposição da mineralização é, possivelmente, a responsável pela maturação diferencial da matéria orgânica.

**Palavras-chave:** Mina dos Mociços; Xistos negros; Matéria orgânica; Caracterização petrográfica.

**Abstract:** This work aims for the identification and petrographic characterization of the organic matter content in 8 samples of Silurian rocks from the SD4 borehole, carried out by Serviço de Fomento Mineiro in the Alandroal region (Mociços Mine). The Silurian lydites and black shales of the Ossa-Morena Zone are rich in organic matter content. The analysis of these lithologies allow the identification and description of organic matter particles, which are abundant in the black shales samples. The higher reflectance values of the identified organic matter particles were obtained in the black shales samples (2.91%-4.51%). These values may be associated with the relative proximity

between the black schists and the main mineralized structure. The circulation of hydrothermal fluids associated with the transport and deposition of mineralization is, possibly, responsible for the differential maturation of organic matter.

**Key words:** Mociços Mine; Black shales; Organic matter; Petrographic characterization.

## 1 Introdução

A Mina de Mociços (Alandroal) localiza-se no Sector Estremoz-Barrancos da Zona de Ossa-Morena (ZOM), [10], e integrada por Oliveira (1986) na Faixa Metalogénica Sousel-Barrancos tendo em conta o seu potencial metalífero em cobre (Fig. 1A)[12]. A primeira referência à Mina dos Mociços (Fig. 1B) remonta a 1868, então designada de mina de cobre da “Herdade da Granja”, “Defesa da Granja” e “Ferrarias”. Posteriormente, a mina dos Mociços foi concessionada para exploração de cobre, com o nome “Mina de Cobre da Granja” pela Empresa Mineira do Rosário, Lda., que, em 1922, expandiu a sua área para Norte e Sul, com as concessões “Defesa da Granja nº 2” e “Defesa da Granja nº 3”, respetivamente (Vicente et al., 2017 para mais informação)[13].

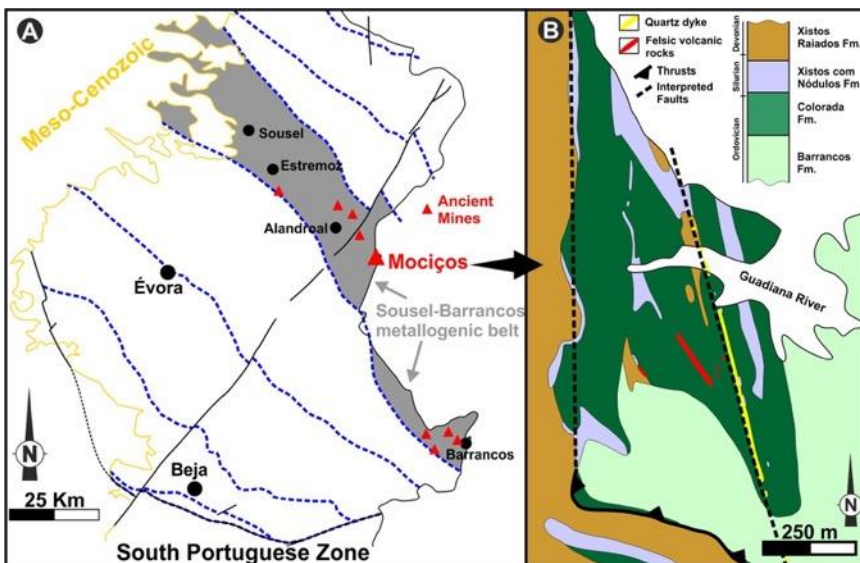


Figura 1 – Localização da Mina dos Mociços: (A) - Esquema representativo da Faixa Metalogénica Sousel-Barrancos (adaptado de Oliveira, 1986 e Mateus et al., 2013); (B) Mapa Geológico simplificado da Mina dos Mociços (Maia, *in prep*).

Este jazigo apresenta um carácter filoniano, tendo sido interpretado como um jazigo epitermal de cobre [6][7]. O filão principal apresenta uma estrutura subvertical, a fortemente inclinada para Este, de orientação geral NNW-SSE [8][9], caracterizado pela presença de quartzo, por vezes brechificado, e carbonatos associados a sulfuretos primários (calcopirite e pirite) em profundidade e (hidr-)óxidos de ferro e carbonatos de cobre à superfície [6][7][13]

A estrutura mineralizada instala-se em formações estratigráficas de idade Paleozóica (Fig. 1B), nomeadamente nas Formações da Colorada (Ordovícico), dos Xistos com Nódulos

(Silúrico) e dos Xistos Raiados (Devónico inferior) [10][11]. A formação de Xistos com Nódulos é caracterizada pela presença de xistos negros/cinzentos, por vezes grafitosos, intercalados com liditos e psamitos negros, raramente com nódulos [1].

O presente trabalho tem como principal objetivo a análise petrográfica da matéria orgânica em liditos e xistos negros silúricos associados à mineralização da Mina dos Mociços.

## 2 Amostragem e metodologia

Foram selecionadas 8 amostras de liditos e xistos negros atribuídas à Formação dos Xistos com Nódulos da sondagem SD4, realizada em 1982 pelo Serviço de Fomento Mineiro (Fig. 2). Para este estudo foram preparadas 8 secções polidas realizadas a partir de amostras representativas de liditos (#3 amostras – SD4-05A, SD4-06, SD4-07B) e xistos negros (#5 amostras – SD4-20, SD4-21, SD4-22, SD4-23 e SD4-24) (Figs. 2 e 3).

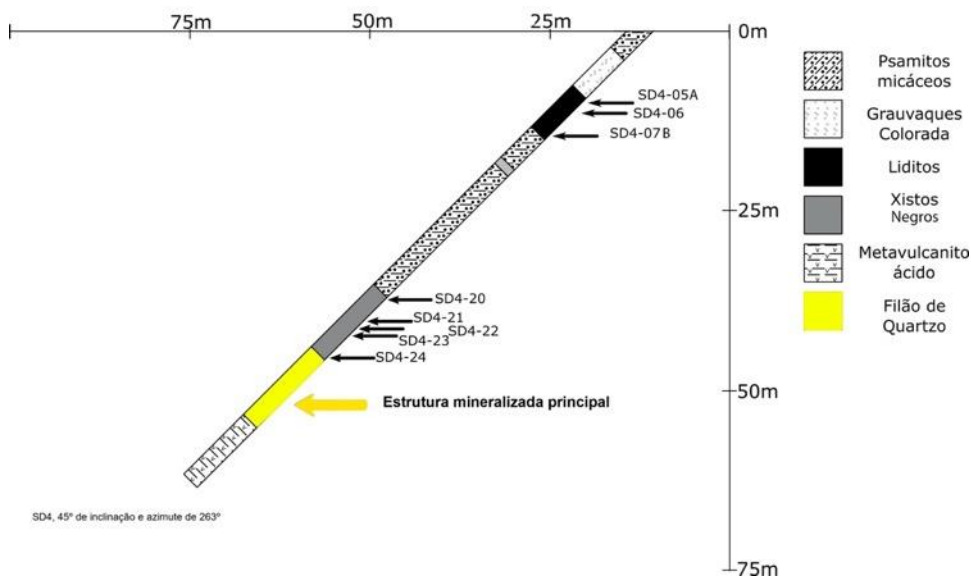


Figura 2 – Esquema representativo do log da sondagem SD4 realizada na Mina de Mociços, com 45° de inclinação e azimute de 263°, com a localização das amostras estudadas (adaptado de Vicente et al., 2017).

A análise petrográfica das amostras foi realizada no laboratório de mineralogia da Universidade de Évora com recurso a um microscópio ótico de reflexão, Zeiss Axio Imager.A2m, equipado com luz branca, objetivas de imersão em óleo, acoplado a um sistema de hardware (câmara-computador) e software Ueye (Versão: 4.20.0000). A refletância das partículas orgânicas (*vitrinite-like particles*), que é um indicador da maturação da matéria orgânica, foi determinada de acordo com a norma ASTM D7708-14 (2014)[2] no Laboratório de Petrografia Orgânica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

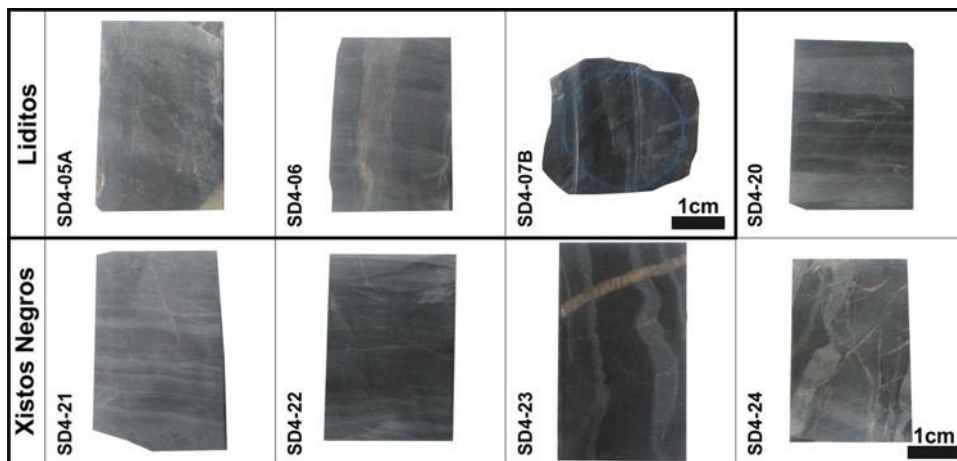


Figura 3 – 4-05 A, 4-06, 4-07 B – Taliscas representativas das amostras de liditos. 4-20, 4-21, 4-22, 4-23, 4-24 – Taliscas representativas das amostras de xistos negros.

### 3 Resultados

A Figura 4A mostra o aspeto representativo de uma amostra de lidito, onde é evidente o carácter mais silicioso, comparativamente com a amostra de xisto negro (Fig. 4D). As amostras de liditos apresentam raras e pequenas partículas de matéria orgânica dispersas na matéria mineral siliciosa, e por vezes, mais argilosa (Figs. 4B e 4C). Foi também detetada a presença pontual de óxidos de ferro e sulfuretos disseminados.

A Figura 4D mostra o aspeto geral de uma amostra de xisto negro, com carácter mais argiloso. Nestas amostras observa-se uma maior quantidade de partículas orgânicas, que apresentam forma alongada, do tipo de estruturas grafíticas do tipo *single flakes* (Figs. 4E e 4F)[4], por vezes associadas a carbonatos (Fig. 4F). Nestas amostras também se observaram sulfuretos e óxidos de ferro.

As partículas de matéria orgânica (*vitrite-like particles*) presentes nas amostras de liditos apresentam refletância variável entre 2,17% e 2,35% (Tabela 1). As partículas de matéria orgânica presentes nos xistos negros apresentam valores de refletância mais elevados, entre os 2,91% e 4,51% (Tabela 1). As amostras SD4-20 e SD4-21 apresentam os valores mais elevados de refletância, 4,51% e 4,28% respetivamente. Para a amostra SD4-06 não foi possível a identificação de partículas que permitissem a medição da refletância (Tabela 1).

### 4 Discussão e conclusão

As amostras representativas dos liditos, apresentam raras e pequenas partículas de matéria orgânica com refletância mais baixa, em comparação com as amostras de xistos negros que apresentam mais partículas de matéria orgânica, de maior dimensão e por vezes sob a forma de estruturas grafíticas do tipo *single flakes* e com valores de refletância da matéria orgânica (*vitrite-like particles*) mais elevado.

Os xistos negros apresentam valores de refletância mais elevados, em comparação com os liditos, e tal facto pode ser explicado pela proximidade desta litologia à estrutura



mineralizada principal (Fig. 2). A circulação de fluidos hidrotermais associados à instalação desta estrutura poderá ter causado o aumento da temperatura responsável pela maturação diferencial da matéria orgânica, provocando assim a maturação diferencial da matéria orgânica.

Dados preliminares de inclusões fluidas associadas à mineralização de cobre dos Mociços, revelam temperaturas máximas de homogeneização superiores a 200°C [5]. Estes dados são compatíveis com os valores mais elevados de refletância, que permitem estimar valores de cerca de 250°C para os xistos negros [3], bem como com a identificação de estruturas grafíticas do tipo single flakes nestas amostras [4].

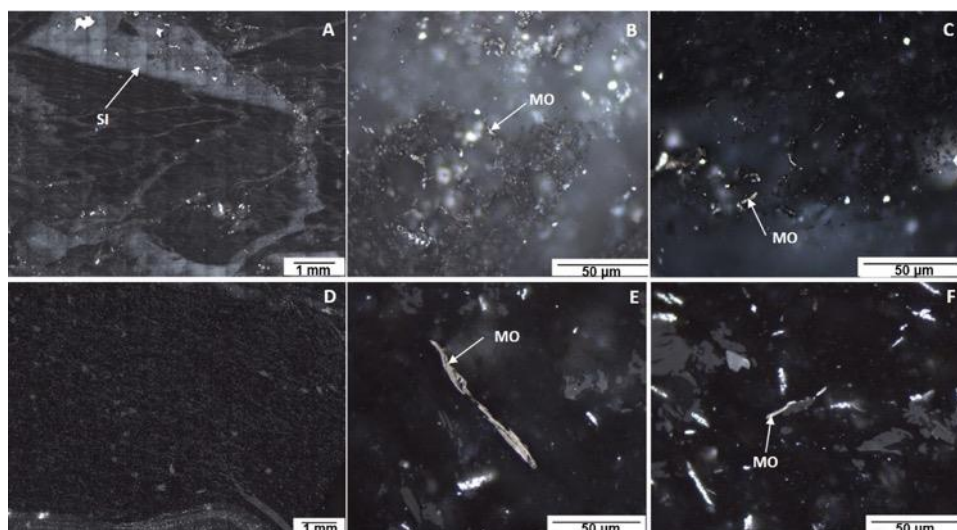


Figura 4 – A) Aspeto geral de amostra de lidito com carácter mais silicioso (SI). B) e C) Partículas de matéria orgânica (MO) em amostras de liditos. D) Aspeto geral de amostra de xisto negro com carácter mais argiloso. E) e F) Partículas de matéria orgânica (MO) em amostras de xistos negros.

Tabela 1 – Valores de refletância em partículas de matéria orgânica (*vitrinite-like particles*) das amostras estudada.

	Amostra	Profundidade (m)	Rm (%)	DP	N
<b>Liditos</b>	SD4-05A	10	2,35	0,444	3
	SD4-06	11	S	S	S
	SD4-07B	14	2,17	0,652	4
<b>Xistos negros</b>	SD4-20	38	4,51	0,226	11
	SD4-21	40	4,28	0,793	23
	SD4-22	41	3,60	0,703	14
	SD4-23	42	2,91	0,376	11
	SD4-24	44	3,40	0,609	7

Rm – Valor médio da refletância; DP – Desvio Padrão; N – Número de partículas medidas; S - sem medições.

## Agradecimentos

Este trabalho é financiado pela União Europeia através do FEDER, enquadrado no Programa ALENTEJO 2020 através do projeto "Modelos metalogénicos 3D da zona de

Ossa Morena: valorização dos recursos minerais do Alentejo" (ref: ALT20-03-0145-FEDER-000028). V. Laranjeira beneficia da bolsa de doutoramento financiada pela FCT (ref: SFRH/BD/137567/2018). Os autores agradecem o financiamento do Instituto de Ciências da Terra, através do contrato com a FCT (Referência: UID/GEO/04683/2013) e ao COMPETE (POCI-01-0145-FEDER-007690).

## Referências

1. Araújo, A., Piçarra Almeida, J., Borrego, J., Pedro J., Oliveira, J. T. (2013) – As Regiões Central e Sul da Zona de Ossa Morena. In: Geologia de Portugal, Volume I, Geologia Pré-mesozóica de Portugal, (Eds. Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J. C.), Escolar Editora, 509 – 549.
2. ASTM D7708-14 (2014) – Standard Test Method for Microscopical Determination of the Reflectance of Vitrinite Dispersed in Sedimentary Rocks. ASTM Intern., 10 p.
3. Barker, C.E., Pawlewicz, M.J. (1994) – Calculation of vitrinite reflectance from thermal histories and peak temperatures - a comparison of methods. In: Vitrinite reflectance as a Maturity Parameter. Applications and Limitations (Eds. Mukhopadhyay, P.K., Dow, W.G.), Symposium Series 570. American Chemical Society, Washington DC, 216-229.
4. Kwiecinska, B., Petersen, H. I. (2004) – Graphite, semi-graphite, natural coke, and natural char classification—ICCP system. *Int J Coal Geol* 57, 99-116.
5. Maia, M., Vicente, S., Nogueira, P. (2017) – Os fluídos associados às mineralizações de Cu de Mociços e Ferrarias. Resultados preliminares. Livro de actas do VII Congresso Jovens Investigadores em Geociências, LEG 2017, Estremoz, 85-88.
6. Mateus, A., Matos, J.X., Rosa, C., Oliveira, V. (2003) – Cu-ores in quartz-carbonate veins at Estremoz-Alandroal and Barrancos-Sto Aleixo regions (Ossa-Morena Zone): a result of Late-Variscan hydrothermal activity. *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp V, F90-F93.
7. Mateus, A., Munhá, J., Inverno, C., Matos, J.X., Martins, L., Oliveira, D., Jesus, A., Salgueiro, R. (2013) – Mineralizações no sector português da Zona de Ossa-Morena. In: Geologia de Portugal, Volume I, Geologia Pré-mesozóica de Portugal, (Eds. Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J. C.), Escolar Editora, 577-619.
8. Moreira, N., Vicente, S., Maia, M., Nogueira, P., Araújo, A. (2017) – Controlo estrutural de mineralizações de Cobre na Mina dos Mociços (Zona de Ossa-Morena); dados preliminares. Livro de actas VII Congresso Jovens Investigadores em Geociências, LEG 2017, 61-64.
9. Moreira, N., Vicente, S., Maia, M., Oliveira, R., Nogueira, P., Borges, F., Caldeira, B., Araújo, A. (2018) – Mineralização de Cobre na Mina dos Mociços (Zona de Ossa-Morena); uma abordagem transversal para a sua caracterização. *Vulcânica*, 2018 (II) – volume especial do X Congresso Nacional de Geologia, 237-240.
10. Oliveira, J. T., Oliveira, V., Piçarra, J.M. (1991) – Traços gerais da evolução tectonoestratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. *Cad. Lab. Xeol. Laxe.*, 16: 221-250.
11. Oliveira, V. (1984) – Transversal Juromenha-Alandroal. *Cad. Lab. Xeol. Laxe*, 8, 339-346.
12. Oliveira, V. (1986) – Prospecção de minérios metálicos a sul do Tejo. *Geonovas*, 1(1-2), 15-22.
13. Vicente, S., Maia M., Araújo A., Matos, J. X., Nogueira, P. (2017) – Petrografia das alterações hidrotermais da Mina de Mociços. Estudo preliminar. Livro de actas VII Congresso Jovens Investigadores em Geociências, LEG 2017., 85-88.