



XII

CONGRESSO

CONGRESO

IBÉRICO DE GEOQUÍMICA

Short Abstracts

22 - 26 Setembro de 2019
Septiembre

Évora, Portugal

	1º dia 23 setembro septiembre 2019	2º dia 24 setembro septiembre 2019	3º dia 25 setembro septiembre 2019
08:00h	registro		
08:30h			
09:00h	sessão de abertura sesión de apertura	Sónia Madinabeitia <i>Universidad del País Vasco</i>	Teresa Valente <i>Universidade do Minho</i>
09:30h			
09:45h			
	José Ferreira Gomes <i>Universidade do Porto</i>	sessão sesión 4	sessão sesión 8
10:30h			
	coffee break	coffee break	coffee break
11:00h			
	sessão sesión 1A	sessão sesión 5A	sessão sesión 9A
	sessão sesión 1B	sessão sesión 5B	sessão sesión 9B
12:30h			
	comer	comer	comer
14:00h			
	Enrique Santillana <i>Servicio de Criminalística de Guardia Civil</i>	Mário Abel Gonçalves <i>Universidade de Lisboa</i>	Jesús Martínez-Frías <i>Instituto de Geociencias</i>
15:00h			
	sessão sesión 2A	sessão sesión 6	sessão sesión 10
16:00h			
	coffee break	coffee break	coffee break
16:30h			
	sessão sesión 3A	sessão sesión 7	sessão de encerramento sesión de clausura
17:30h			
	sessão de posters sesión de póster	sessão de posters sesión de póster	
18:30h			

- Geoquímica dos processos exógenos | Geoquímica de procesos exógenos
- Geoquímica dos processos endógenos | Geoquímica de procesos endógenos
- Geoquímica orgânica e dos recursos energéticos | Geoquímica orgánica y recursos energéticos
- Geoquímica dos recursos minerais | Geoquímica de los recursos minerales
- Hidrogeoquímica e Geotermia | Hidrogeoquímica y Geotermia
- Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental
- Fronteiras da Geoquímica | Fronteras de la Geoquímica

CIG 2019

XII Congresso Ibérico de Geoquímica | XX Semana da Geoquímica

22-26 setembro de 2019, Évora, Portugal



Short Abstracts

Editores

Pedro Nogueira; Noel Moreira; José Roseiro; Miguel Maia

Design

Miguel Maia & Diogo São Pedro

ISBN

978-972-778-120-1

1ª Edição

Tiragem

150 exemplares – Universidade de Évora

A Comissão Executiva

El Comité Ejecutivo

Catarina Pinho (U. Évora – Instituto de Ciências da Terra)
Diogo São Pedro (U. Évora)
José Roseiro (U. Évora – Instituto de Ciências da Terra)
Miguel Maia (U. Évora – Instituto de Ciências da Terra)
Noel Moreira (U. Évora – Instituto de Ciências da Terra)
Paula Afonso (U. Évora)
Pedro Mendes (U. Évora)
Pedro Nogueira (U. Évora – Instituto de Ciências da Terra)

A Comissão Organizadora

El Comité Organizador

Antonio Gutiérrez Maroto (CQM y AQIQ)
Carlos Ribeiro (U. Évora – ICT)
Catarina Pinho (U. Évora – ICT)
Deolinda Flores (U. Porto – ICT)
Diogo São Pedro (U. Évora)
Eduardo Silva (SGP-Grupo Geoquímica)
Jorge Pedro (U. Évora – ICT)
José Mirão (U. Évora – HERCULES)
José Carlos Kullberg (SGP)
José Roseiro (U. Évora – ICT)
João Xavier Matos (LNEG)
Juan Llamas (Ing. Minas)
M^a Jesus García Martínez (Ing. Minas)
Maria João Batista (LNEG)
María Gracia González (U. Granada)

Mercedes Fuertes Fuentes (U. Oviedo)
Miguel Maia (U. Évora – ICT)
Noel Moreira (U. Évora – ICT)
Patricia Moita (U. Évora – HERCULES)
Paula Afonso (U. Évora)
Pedro Mendes (U. Évora)
Pedro Nogueira (U. Évora – ICT)
Rita Fonseca (U. Évora – ICT)
Rosario García Giménez (CQM y AQIQ)
Susana Machado (LNEG)
Salvador Morales Ruano (U. Granada)
Salvador Ordoñez Delgado (ICOG)

A Comissão Científica

El Comité Científico

Alcides José Sousa Castilho Pereira (**U. Coimbra**)
Alejandro Bel-Lan (**IGME**)
Amélia Paula Reis (**U. Minho**)
António Mateus (**U. Lisboa**)
Carlos Leal Gomes (**U. Minho**)
Carlos Ribeiro (**U. Évora**)
Daniel Oliveira (**LNEG**)
Deolinda Flores (**U. Porto**)
Eduardo F. da Silva (**U. Aveiro**)
Eulogio Pardo-Igúzquiza (**IGME**)
Fernando Leal Pacheco (**UTAD**)
Fernando Noronha (**U. Porto**)
Fernando Rocha (**U. Aveiro**)
Fernando Tornos (**UCM - CSIC**)
Helena Brites Martins (**U. Porto**)
Helena Sant'Ovaia (**U. Porto**)
Isabel Margarida Antunes (**U. Minho**)
Isabel Suárez Ruiz (**INCAR**)
Iuliu Bobos (**U. Porto**)
Jesús Martínez-Frías (**UCM - CSI**)
Joana Ribeiro (**U. Coimbra**)
João Mata (**U. Lisboa**)
João Xavier Matos (**LNEG**)
Jorge Pedro (**U. Évora**)
José Carrilho Lopes (**U. Évora**)
José Francisco Santos (**U. Aveiro**)
José Luis Rodríguez Gallego (**U. Oviedo**)
José Manuel Fuenlabrada Perez (**UCM**)
José Manuel Marques (**U. Lisboa**)

José Mirão (**U. Évora - ECTUE**)
José Virgílio Cruz (**U. Açores**)
Juan Francisco Llamas Borraro (**UPM**)
Júlio Carneiro (**U. Évora**)
Luis Albardeiro (**LNEG**)
Luis Carlos Barbero González (**U. Cádiz**)
Manuel Francisco Pereira (**U. Évora**)
Maria dos Anjos Ribeiro (**U. Porto**)
Maria Elisa Preto Gomes (**UTAD**)
Maria de Graça Brito (**UNL**)
Maria Gracia Bagur González (**U. Granada**)
Maria João Baptista (**LNEG**)
Maria Manuela Abreu (**ISA**)
Maria Manuela Vinha Guerreiro da Silva (**U. Coimbra**)
Maria do Rosário Azevedo (**U. Aveiro**)
Mário Abel Gonçalves (**U. Lisboa**)
Mário Mil-Homens (**IPMA**)
Mercedes Fuertes-Fuente (**U. Oviedo**)
Nemesio Pérez Rodríguez (**ITER**)
Noel Moreira (**U. Évora**)
Patricia Moita (**U. Évora**)
Paula Carreira (**U. Lisboa**)
Paulo Fernandes (**U. Algarve**)
Pedro Ferreira (**LNEG**)
Pedro Madureira (**IPMA**)
Pedro Nogueira (**U. Évora**)
Rosario García Giménez (**UAM**)
Rita Fonseca (**U. Évora**)
Rui Dias (**U. Évora**)
Salvador Moralez Ruano (**U. Granada**)
Telmo Bento dos Santos (**U. Lisboa**)
Teresa Albuquerque (**IPCB**)
Teresa Valente (**U. Minho**)

Sponsors do Congresso

Sponsors del Congreso



Apoios do Congresso

Apoys del Congreso



Prefácio

- *Comissão Executiva* –

Bem-vindos ao XII Congresso Ibérico de Geoquímica e XX Semana de Geoquímica CIG/SG/2019!

O Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, em conjunto com o Instituto de Ciências da Terra e o Laboratório HERCULES, têm a honra e o prazer de organizar este evento que reúne a comunidade científica ibérica ligada à geoquímica e às suas múltiplas fronteiras.

O Congresso Ibérico de Geoquímica é tutelado conjuntamente pela Sociedade Geológica de Portugal e o seu Grupo de Geoquímica, o Colegio Oficial de Químicos Madrid, a Asociación de Químicos y Ingenieros Químicos, o Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España e o Colegio Oficial de Geólogos de España, sendo realizado desde 1997, de dois em dois anos e sem interrupções, em Portugal e Espanha, de forma alternada. Quando o Congresso se realiza em Portugal, associa-se a Semana de Geoquímica, que perfaz a sua vigésima edição neste encontro, também ela ininterrupta ao longo de todos estes anos. Esta é a primeira vez que estes encontros se realizam em Évora, o que muito nos apraz e responsabiliza.

A adesão a esta edição do congresso foi muito positiva, estando inscritos cerca de 150 participantes, que submeteram mais de 120 trabalhos, repartidos entre apresentações orais e em formato poster.

Como é hábito, dividimos o congresso num conjunto de sessões temáticas abrangentes que vão desde os processos geológicos geodinâmicos até às fronteiras da geoquímica; queremos também salientar as sessões ligadas aos diversos tipos de recursos hídricos, energéticos, metálicos e não metálicos. Refletindo as preocupações atuais da sociedade, as sessões ligadas ao ambiente apresentam, como habitualmente, a mais elevada participação.

O facto deste congresso decorrer no Ano Internacional da Tabela Periódica vem dar ainda mais significado e importância à sua realização, tendo mesmo a honra de contar com uma palestra do comissário nacional para este evento, o Professor José Ferreira Gomes. Contamos ainda com uma elite de palestrantes convidados, que nos apresentam um conjunto de temáticas inovadoras e de fronteira ligadas à geoquímica.

Agregámos ao programa de trabalhos atividades técnico-científicas que complementam as sessões temáticas, nomeadamente dois breves *workshops* relacionados com obtenção e tratamento de dados geoquímicos e duas saídas de campo, que esperamos que sejam do agrado dos participantes.

Procurando valorizar o papel dos jovens investigadores, iremos atribuir um prémio para a melhor apresentação oral e para o melhor poster: prémio PARALAB e prémio BERALT, respetivamente.

Reservámos ainda espaço para que os participantes se possam conhecer melhor, fora do ambiente mais formal do congresso, de forma a possibilitar a criação de redes de colaboração durante os momentos de socialização. Esperamos ainda que durante a estadia tomem contacto com o forte carácter da paisagem, da cultura e das gentes deste sudoeste ibérico.

Queremos agradecer a todas as empresas e instituições que apoiaram a realização deste evento, sem as quais ele não seria possível.

Por fim, deixamos umas palavras de profundo reconhecimento aos moderadores; aos membros da comissão científica e organizadora que, através da sua disponibilidade, asseguraram a qualidade científica dos trabalhos apresentados e da dinâmica do congresso; assim como a todos os participantes que tornaram este encontro de pessoas e ideais uma realidade.

A todos os, desejamos que disfrutem!

Pela comissão executiva,

A handwritten signature in black ink, reading 'Pedro Nogueira', with a stylized, flowing script.

Pedro Nogueira



Prefácio

- Sociedade Geológica de Portugal-

Caro(a)s colegas congressistas

É chegada a altura de se iniciar mais uma edição desta tradicional e muito prestigiada iniciativa dos geoquímicos ibéricos, realizada todos os biénios, alternadamente entre Portugal e Espanha: refiro-me, naturalmente, ao XII Congresso Ibérico de Geoquímica ao qual está associada a XX Semana de Geoquímica.

Esta será mais uma excelente oportunidade para gerar, entre todos os congressistas, momentos importantes de apresentação de novos resultados científicos e da sua discussão entre pares, num ambiente aberto, descontraído, mas muito sério no que respeita à sua qualidade. É um momento onde a presença dos investigadores mais séniores “teima” em continuar a ter muito peso, apesar de outras motivações que lhes são “estimuladas” externamente, em termos de carreira; mas, não menos importante é participação dos investigadores mais jovens, que se consolida e fortalece, de congresso para congresso.

A perenidade destas iniciativas de carácter regional, sempre com renovado vigor, é uma demonstração da noção muito clara de responsabilidade cívica, no caso presente da comunidade geoquímica ibérica, perante os seus concidadãos. A investigação de excelência e de ponta não tem (não deve nem pode) de ser divulgada apenas nos grandes fóruns internacionais! As Geociências e, por consequência, a Geoquímica, são áreas do conhecimento muito “territoriais” ficando, portanto, favorecido, um conhecimento mais próximo e profundo no seio desta comunidade, donde podem resultar partilhas de conhecimentos e discussões mais frutíferas para todos.

Mas tudo isto só é possível se, e quando, existir quem continue a cumprir ao longo do tempo, o referido espírito de missão enquanto membros activos de uma Sociedade aberta. E, felizmente, essas pessoas existem. Desde sempre, as sucessivas direcções do Grupo de Geoquímica (GGq) da Sociedade Geológica de Portugal (SGP) que, há décadas a esta parte, com enorme regularidade, promovem e ajudam a por de pé, ano após ano, “entre-muros” ou fora deles, os Congressos Ibéricos de Geoquímica (CIG), os Congressos de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa (CGPLP), as Semanas de Geoquímica normalmente associadas a estes congressos, para além de muitas outras iniciativas, algumas de grande dimensão e projecção internacional como foi o 27th Colloquium of African Geology há um ano atrás. Para as sucessivas direcções do GGq, mas muito em especial a actual, queremos aqui deixar, em primeiro lugar, o profundo agradecimento da Sociedade Geológica de Portugal.



Sociedade Geológica de Portugal

Instituição de Utilidade Pública (desp. nº 7998/2012 de 24 de maio)

A organização dos Congressos Ibéricos de Geologia só é possível, obviamente, porque existe, do “outro lado da nossa fronteira” um conjunto de pessoas, colegas, e instituições, eivados do mesmo espírito, propósitos e visão da Ciência, no caso concreto da Geoquímica, que são comuns e sem quaisquer barreiras. A colaboração e participação ao mais alto nível do Colegio Oficial de Químicos de Madrid, da Asociación de Químicos de Madrid, do Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España e do Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España, conferem aos Congressos Ibéricos de Geoquímica e, no caso presente ao CIG 2019, uma chancela de prestígio e qualidade acrescidas. É uma honra para a Sociedade Geológica de Portugal, através do Grupo de Geoquímica, acolhermos os mais altos dignitários destas mui prestigiadas instituições e um prazer apresentar-vos os nossos votos de uma excelente estadia, como representantes institucionais de *nuestros hermanos* geoquímicos que se juntarão aos colegas portugueses nesta milenar cidade Património da Humanidade, a cidade de Évora. É, também, um momento para declararmos a grande vontade e disponibilidade da Sociedade Geológica de Portugal em aprofundar as nossas relações internacionais com estas instituições, na senda de outras acções de partilha de experiência e organização de outras actividades de carácter científico e de divulgação das Geociências que está a empreender com a sua congénere, a Sociedade Geológica de Espanha.

A cidade de Évora, que acolherá o XII CIG / XX SG através da Universidade de Évora, uma das mais antigas de Portugal, constituirá um palco privilegiado para a recepção dos congressistas e o desenvolvimento dos trabalhos científicos, bem como para a fruição de uma envolvente cultural e de património construído, absolutamente ímpares. As condições de acolhimento são excelentes em todas as vertentes, o que só é possível porque há um empenhamento evidente da Universidade de Évora no seu conjunto e ao mais alto nível, personificado na Magnífica Reitora Professora Doutora Ana Costa Freitas; o meu mais penhorado e respeitoso agradecimento pelo facto, Senhora Reitora.

O sucesso “anunciado” é, também, do Instituto de Ciências da Terra (ICT) e do Laboratório Hercules centros de investigação na área das Geociências a cujos dirigentes e colegas destes centros, dirijo as minhas palavras de agradecimento e do maior apreço pelo seu esforço, muito para além do que seria “exigível”. Este agradecimento é extensivo a todo o Comité Executivo, ao Comité Organizador, dirigidos de forma extremamente competente e sempre atenta pelo nosso colega Pedro Nogueira, bem como à sua Comissão Científica. Esta “prol” de gerações mais recentes de Geocientistas, em especial da Universidade de Évora, a maioria congregada no Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia, continua a demonstrar a sua capacidade para perpetuar, com a melhor memória, o trabalho de fundação que se deve ao saudoso Professor Francisco Gonçalves, um dos primeiros sócios da Sociedade Geológica de Portugal.

A Organização foi capaz de preparar um programa do maior interesse para os congressistas, com temas nas fronteiras do conhecimento, com uma articulação entre



Sociedade Geológica de Portugal

Instituição de Utilidade Pública (desp. nº 7998/2012 de 24 de maio)

temas realizada com o maior cuidado e pormenor, com uma selecção de trabalhos enquadrada nos propósitos principais destes congressos e, por último, mas não menos importante, com a participação de seis conferencistas de excelência nas sessões plenárias. A todos os colegas que tornaram isto possível, as minhas felicitações!

Ao XII Congresso Ibérico de Geoquímica (e XX Semana de Geoquímica), evento que não podia deixar de ser incluído nas comemorações do Ano Internacional da Tabela Periódica (IYPT2019), através da participação da Sociedade Geológica de Portugal na Comissão Nacional para as Celebrações do IYPT 2019. Por isso não é de admirar que esta área do conhecimento, a Geoquímica, sendo tão multidisciplinar, consiga chamar o interesse dos trabalhos não apenas a Geólogos, mas também a Químicos, fazendo juz à sua designação composta.

Nada falta pois, para que o CIG 2019 seja um enorme sucesso:

- Porque tem como anfitriã a monumental e inesquecível cidade de Évora;
- Porque se realiza numa das mais prestigiadas Universidades Portuguesas, que integra dois destacados centros de investigação em Geociências;
- Porque está apoiado numa organização que irá receber os congressistas de uma forma magnífica;
- Porque possui um programa com elevado nível científico e uma série de actividades complementares (*workshops* e saídas de campo) do maior interesse e magnificamente coordenados...

... e, sobretudo, caros e caras congressistas, a quem endereçamos o nosso maior agradecimento pela vossa participação, porque o Congresso vai contar com todos vós: para uma convivência científica plena de discussões entusiasmadas e frutíferas; para o avanço da Ciência e da Geoquímica em particular; para a troca de experiências sobre a investigação que cada um pratica; para o estabelecimento de pontes e de pontos de contacto e estreitamento de relações incluindo institucionais; para partilharem com todos os colegas o vosso sentimento de realização com a excelência dos vossos trabalhos que aqui trazem; e, finalmente, para fruírem de todo o fantástico ambiente envolvente, que tornará o evento inesquecível para todos!

SEAN BIENVENIDO(A)S!!! SEJAM BEM-VINDO(A)S !!!

José Carlos Kullberg
Presidente da Direcção da Sociedade Geológica de Portugal

Programa do Congresso

Programa del Congreso

Programa CIG 2019

	1º dia		2º dia		3º dia	
	23 setembro septiembre 2019		24 setembro septiembre 2019		25 setembro septiembre 2019	
08:00h						
08:30h	registro		Sónia Madinabeitia Universidad del País Vasco		Teresa Valente Universidade do Minho	
09:00h						
09:30h	sessão de abertura sesión de apertura		S4.1		S8.1	
09:45h						
	José Ferreira Gomes Universidade do Porto		S4.2		S8.2	
			S4.3		S8.3	
10:30h			S4.4		S8.4	
	coffee break		coffee break		coffee break	
11:00h	S1A.1	S1B.1	S5A.1	S5B.1	S9A.1	S9B.1
	S1A.2	S1B.2	S5A.2	S5B.2	S9A.2	S9B.2
	S1A.3	S1B.3	S5A.3	S5B.3	S9A.3	S9B.3
	S1A.4	S1B.4	S5A.4	S5B.4	S9A.4	S9B.4
	S1A.5	S1B.5	S5A.5	S5B.5	S9A.5	S9B.5
12:30h	S1A.6	S1B.6	--	S5B.6	S9A.6	S9B.6
	comer		comer		comer	
14:00h						
	Enrique Santillana Servicio de Criminalística de Guardia Civil		Mário Abel Gonçalves Universidade de Lisboa		Jesús Martínez-Frías Instituto de Geociencias	
15:00h	S2A.1	S2B.1	S6.1		S10.1	
	S2A.2	S2B.2	S6.2		S10.2	
	S2A.3	S2B.3	S6.3		S10.3	
16:00h	S2A.4	S2B.4	S6.4		--	
	coffee break		coffee break		coffee break	
16:30h	S3A.1	S3B.1	S7.1		sessão de encerramento sesión de clausura	
	S3A.2	S3B.2	S7.2			
	S3A.3	S3B.3	S7.3			
17:30h	S3A.4	--	S7.4			
	sessão de posters sesión de póster		sessão de posters sesión de póster			
18:30h						

	Geoquímica dos processos exógenos Geoquímica de procesos exógenos
	Geoquímica dos processos endógenos Geoquímica de procesos endógenos
	Geoquímica orgânica e dos recursos energéticos Geoquímica orgánica y recursos energéticos
	Geoquímica dos recursos minerais Geoquímica de los recursos minerales
	Hidroggeoquímica e Geotermia Hidroggeoquímica y Geotermia
	Geoquímica e reabilitação ambiental Geoquímica y rehabilitación ambiental
	Fronteiras da Geoquímica Fronteras de la Geoquímica

Sessões plenárias | Sesiones plenarias

1º dia: 23 de setembro | septiembre de 2019

A Tabela Periódica dos elementos químicos de Mendeleiev

José Ferreira Gomes	Universidade do Porto	09:45-10:30h
<u>Moderador:</u> Deolinda Flores (U. Porto – FCUP)		

Análisis geoquímico forense

Enrique Santillana	Servicio de Criminalística de Guardia Civil	14:00-15:00h
<u>Moderador:</u> Patrícia Moita (U. Évora – ECTUE)		

2º dia: 24 de setembro | septiembre de 2019

Geoquímica isotópica en Arqueología: los isótopos de Pb en los estudios de procedencia de muestras arqueológicas

Sonia García de Madinabeitia	Universidad del País Vasco	08:30-09:30h
<u>Moderador:</u> José Mirão (U. Évora – ECTUE)		

Os desafios para a prospecção geoquímica na descoberta futura de Depósitos Minerais

Mário Abel Gonçalves	Universidade de Lisboa	14:00-15:00h
<u>Moderador:</u> Pedro Nogueira (U. Évora – ECTUE)		

3º dia: 25 de setembro | septiembre de 2019

Biogeoquímica e mineralogia ambiental em contexto de contaminação mineira

Teresa Valente	Universidade do Minho	08:30-09:30h
<u>Moderador:</u> Rita Fonseca (U. Évora – ECTUE)		

La Luna: de nuestros orígenes al futuro de la humanidad hacia el espacio

Jesús Martínez-Frías	Instituto de Geociencias	14:00-15:00h
<u>Moderador:</u> Jorge Pedro (U. Évora – ECTUE)		

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

1º DIA: 23 de setembro | septiembre de 2019

Sessão | Sesión 1A (11:00-12:30h)

Geoquímica dos processos exógenos | Geoquímica de procesos exógenos

Moderadores: Juan Llamas Borrajo (UPM), Judite Fernandes (LNEG)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S1A.1	Rosa Marques	Marques <i>et al.</i>	Geoquímica da camada superficial de solos da Ilha do Sal (Cabo Verde)
S1A.2	Paula Adánez Sanjuán	Adánez Sanjuán & Llamas Borrajo	Características geoquímicas de los elementos de tierras raras en los sedimentos de llanura de inundación en España
S1A.3	Yolanda Sánchez-Palência	Ortiz <i>et al.</i>	Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el Holoceno a partir de contenido en alcanos del sedimento
S1A.4	Rita Fonseca	Fonseca <i>et al.</i>	Geoquímica de Elementos Terras Raras (ETRs) como indicadores da proveniência dos sedimentos de albufeiras dominicanas
S1A.5	Catarina Pinho	Pinho <i>et al.</i>	Análise da viabilidade do reaproveitamento de sedimentos dragados como fertilizantes naturais em solos agrícolas de duas barragens da Republica Dominicana
S1A.6	Yolanda Sánchez-Palência	Ortiz <i>et al.</i>	Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el MIS7 a partir de biomarcadores

Sessão | Sesión 1B (11:00-12:30h)

Geoquímica dos processos endógenos | Geoquímica de procesos endógenos

Moderadores: Elisa Preto Gomes (UTAD), Telmo Bento dos Santos (U. Lisboa – FCUL)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S1B.1	Ana Rosa	Rosa <i>et al.</i>	Correlação petrográfica e geoquímica entre a Brecha Vulcânica da Papôa (Peniche, W Portugal) e o Arquipélago das Berlengas
S1B.2	Noel Moreira	Moreira <i>et al.</i>	Significado geodinâmico do magmatismo máfico do Terreno Finisterra: a existência de um episódio de estiramento crustal
S1B.3	Pedro Nogueira	Nogueira <i>et al.</i>	Combinando fluorescência de raios-X portátil com métodos de <i>clustering</i> em prospeção mineral. Um caso de estudo em Batigelas (Zona de Ossa-Morena, Portugal)
S1B.4	Pedro Cachapuz	Cachapuz <i>et al.</i>	Análise geoquímica preliminar das rochas metabásicas da região de Viana do Alentejo (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas
S1B.5	Rita Solá	Solá <i>et al.</i>	Idades U-Pb em rochas vulcano-sedimentares da Zona Sul Portuguesa: resultados preliminares do Projeto GEO-FPI
S1B.6	Daiane de Paula	De Paula <i>et al.</i>	Caracterização metamórfica do Grupo Pitangui, <i>Greenstone Belt</i> Rio das Velhas, NW do Quadrilátero Ferrífero, Brasil

Sessão | Sesión 2A (15:00-16:00h)**Geoquímica orgânica e dos recursos energéticos | Geoquímica orgánica y recursos energéticos**Moderadores: Deolinda Flores (U. Porto – FCUP), Patrícia Moita (U. Évora – ECTUE)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S2A.1	Paula Gonçalves	Gonçalves <i>et al.</i>	Geoquímica orgânica da Formação de Montejuento (Bacia Lusitânica, Portugal): o caso da sondagem Vila Verde-2
S2A.2	Sérgio Sêco	Sêco <i>et al.</i>	Utilização do Método <i>Passey</i> na estimativa do carbono orgânico total em sondagens: aplicação aos intervalos ricos em matéria orgânica do Jurássico Inferior do <i>offshore</i> da Bacia Lusitânica, Portugal
S2A.3	Bruno Rodrigues	Rodrigues <i>et al.</i>	Variação palinofaciológica e isótopos estáveis do carbono em matéria orgânica do Pliensbaquiano Superior–Toarciano Inferior da Bacia Lusitânica (Portugal): Implicações paleoambientais
S2A.4	Vanessa Laranjeira	Laranjeira <i>et al.</i>	Caraterização geoquímica da matéria orgânica de xistos negros associados a mineralização de Cu na Zona Ossa Morena

**Sessão | Sesión 2B (15:00-16:00h)****Geoquímica dos processos endógenos | Geoquímica de procesos endógenos**Moderadores: Fernando Noronha (U. Porto – FCUP), Rita Solá (LNEG)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S2B.1	Telmo Bento dos Santos	Ferreira <i>et al.</i>	Constrangimentos de idades U-Pb em zircão e apatite na exumação de granitos e migmatitos da crosta média durante a orogénese: um caso da Zona Centro Ibérica
S2B.2	Fábio Martins	Martins <i>et al.</i>	Idades U-Pb SHRIMP e padrões de Terras Raras em zircão de um leucogranito anatóctico do Complexo Migmatítico de Bemposta (Zona Centro Ibérica)
S2B.3	Beatriz Cotrim	Cotrim <i>et al.</i>	As rochas metabásicas de Montebelo como evidências geoquímicas para o início de rifting Varisco na Zona Centro-Ibérica
S2B.4	Telmo Bento dos Santos	Ferreira <i>et al.</i>	Comparação entre as idades U-Pb dos zircões detríticos do Supergrupo Douro-Beiras e do Complexo Anatóctico de Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrals (Zona Centro Ibérica, Portugal): implicações geodinâmicas

**Sessão | Sesión 3A (16.30-17:30h)****Geoquímica orgânica e dos recursos energéticos | Geoquímica orgánica y recursos energéticos**Moderadores: Isabel Suárez Ruiz (INCAR), Paula Gonçalves (U. Porto – FCUP)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S3A.1	Deolinda Flores	Moura <i>et al.</i>	Estudo geoquímico dos coques naturais da Bacia de Peñarroya-Belmez-Espiel (Espanha)
S3A.2	Carolina Fonseca	Fonseca <i>et al.</i>	Avaliação do grau de maturação térmica da matéria orgânica do limite Cenomaniano-Turoniano da Bacia Subalpina (SE França)



REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S3A.3	Marco Guzmán	Guzmán <i>et al.</i>	Evaluación geoquímica y génesis del gas natural y condensado en la Isla Puná, Cuenca Progreso, Suroeste de Ecuador
S3A.4	Deolinda Flores	Flores <i>et al.</i>	Primeiros dados geoquímicos das lignites de uma nova ocorrência no Bilene, Gaza, Moçambique

Sessão | Sesión 3B (16.30-17:30h)

Geoquímica dos processos endógenos | Geoquímica de procesos endógenos

Moderadores: Maria dos Anjos Ribeiro (U. Porto – FCUP), Miguel Gaspar (U. Lisboa – FCUL)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S3B.1	Luís Lima	Lima & Noronha	Geoquímica de uma rocha bandada associada ao aplito e ao microgranito da Argemela (Centro de Portugal)	
S3B.2	António Oliveira	Oliveira <i>et al.</i>	Geoquímica de rocha total dos pórfiros graníticos de Vila Pouca de Aguiar (norte de Portugal), integrada com análise petrográfica e microanálise de raios-X	
S3B.3	Ana Rosa	Rosa <i>et al.</i>	Evidência para a existência de distintas fontes mantélicas alimentando o magmatismo recente (< 5 Ma) da Crista Madeira-Tore	

2º DIA: 24 de setembro | septiembre de 2019**Sessão | Sesión 4 (09:30-10:30h)****Geoquímica dos recursos minerais | Geoquímica de los recursos minerales**Moderadores: João Xavier Matos (LNEG), Mercedes Fuertes-Fuente (U. Oviedo)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S4.1	Pedro Francisco	Francisco <i>et al.</i>	Evolução dos fluídos no jazigo de Sn-W de Argozelo gravado na química da apatite	
S4.2	Inês Martins	Martins <i>et al.</i>	Turmalinização associada às mineralizações de Sn-W da Mina de Vale Pião (Góis)	
S4.3	Maria Dias	Dias <i>et al.</i>	Variabilidade composicional de fases minerais óxidas nos granitos de Ribeira e Paredes (NE Trás-os-Montes); implicações metalogenéticas	
S4.4	Ivo Martins	Martins <i>et al.</i>	Evolução térmica do sistema mineralizado W-Sn(-Cu) da Panasqueira (Portugal): aplicação dos geotermómetros pirite-pirrotite e arsenopirite	

Sessão | Sesión 5A (11:00-12:30h)**Hidroggeoquímica e Geotermia | Hidroggeoquímica y Geotermia**Moderadores: Juan Luque Espinar (IGME), Rita Fonseca (U. Évora – ECTUE)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S5A.1	César Andrade	Andrade <i>et al.</i>	Emissão de CO ₂ na Lagoa das Sete Cidades (São Miguel, Açores)	
S5A.2	Elena Giménez-Forcada	Giménez-Forcada & Luque-Espinar	Influencia de los acuíferos fisurados en la presencia de elementos traza en acuíferos detríticos asociados: dos casos de estudio en el Este y Centro de España	
S5A.3	João Rocha	Rocha <i>et al.</i>	Caracterização hidrogeoquímica de efluentes da mina de carvão de São Pedro da Cova (Gondomar)	
S5A.4	Judite Fernandes	Almeida <i>et al.</i>	Identificação de Processos Hidrogeoquímicos no Sistema Aquífero Estremoz - Cano	
S5A.5	César Andrade	Andrade <i>et al.</i>	Estudo hidrogeoquímico nos lagos vulcânicos dos Açores	

Sessão | Sesión 5B (11:00-12:30h)**Geoquímica dos recursos minerais | Geoquímica de los recursos minerales**Moderadores: Alexandre Lima (U. Porto – FCUP), Sara Lobarinhas (EDM)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S5B.1	Fernando Noronha	Noronha <i>et al.</i>	Cassiterites de diferentes idades como prova de vários períodos de deposição na Província Metalogénica Estano-Tungstífera Portuguesa

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S5B.2	Ana Gonçalves	Gonçalves <i>et al.</i>	Granitóides tardi-orogénicos Variscos do Norte e Centro de Portugal: suscetibilidade magnética, série magnetite/ilmenite e potencial metalogénico	
S5B.3	Sara Leal	Leal <i>et al.</i>	Mineralogia e temperatura de formação das mineralizações auríferas de Bigorne, Norte de Portugal	
S5B.4	Pedro Nogueira	Nogueira <i>et al.</i>	Mapeamento geoquímico de alta resolução na mina de Mociços (Zona de Ossa-Morena, Portugal). Contributos de métodos de aprendizagem máquina	
S5B.5	Daniel de Oliveira	de Oliveira <i>et al.</i>	O depósito cuprífero do Barrigão: tenantite-tetraedrite para aplicações termoelectricas e de alta tecnologia	
S5B.6	Ana Rita Pereira	Pereira <i>et al.</i>	Estudo Químico de Crostas Ferro-manganesíferas do Nordeste Atlântico	

Sessão | Sesión 6 (15:00-16:00h)

Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental

Moderadores: Joana Ribeiro (U. Coimbra), Nuno Durães (U. Aveiro)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S6.1	Isabel Suarez Ruiz	Tomillo <i>et al.</i>	El problema ambiental del manejo de carbón y materiales relacionados durante más de 150 años en la costa asturiana (NO de España): El caso de la Playa de San Lorenzo	
S6.2	Carlos Boente	Boente <i>et al.</i>	Evaluación de la contaminación por Hg y As en los suelos del entorno de la mina de La Soterraña (Asturias): Aproximación mediante geoquímica e imágenes dron multiespectrales	
S6.3	Éfren Garcia-Ordiales	Garcia-Ordiales <i>et al.</i>	Identificación de la alteración del fondo geoquímico local en sondeos realizados en un estuario afectado por 150 años de minería	
S6.4	Lorena Sanz-Prada	Sanz-Prada <i>et al.</i>	Modelo de distribución geoquímica de metales pesados y metaloides en sedimentos de playas asturianas	

Sessão | Sesión 7 (16:30-17:30h)

Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental

Moderadores: Alcides Pereira (U. Coimbra), Maria Angeles García-del-Cura (UCM)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
S7.1	Carolina Marques	Marques <i>et al.</i>	Avaliação da qualidade das águas subterrâneas do aquífero superficial de Estarreja (Aveiro)	
S7.2	Paula Marinho Reis	Marinho Reis <i>et al.</i>	Geoquímica, mineralogia e biodisponibilidade oral de chumbo, zinco e antimónio em poeiras domésticas recolhidas em habitações da cidade de Estarreja	
S7.3	Carlos Boente	Boente <i>et al.</i>	Índices de polución y krigeado de la indicatriz aplicados a la construcción de mapas de isoprobabilidad para la identificación de clusters de elementos potencialmente tóxicos en suelos	
S7.4	Yolanda Sánchez-Palència	Sánchez-Palència <i>et al.</i>	Caracterización geoquímica de la Cuenca de El Hito (Cuenca, España central)	

3º DIA: 25 de setembro | septiembre de 2019**Sessão | Sesión 8 (09:30-10:30h)****Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental**Moderadores: Carlos Ribeiro (U. Évora - ECTUE), Yolanda Sánchez-Palencia (UPM)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S8.1	Fredy Guzmán-Martínez	Guzmán-Martínez <i>et al.</i>	Evaluación geoquímico-ambiental de pasivos de minería de uranio en Peña Blanca, México
S8.2	Juan Fortes	Fortes <i>et al.</i>	Caracterización hidrogeoquímica de un río en los Andes Peruanos
S8.3	Bárbara Fonseca	Fonseca <i>et al.</i>	Avaliação da contaminação associada às escombreliras das minas de Rio de Frades – Arouca
S8.4	Xiomara Coello	Samantha <i>et al.</i>	Contaminación por metales pesados y evaluación del riesgo ecológico en el campo minero Ponce Enríquez (Ecuador)

**Sessão | Sesión 9A (11:00-12:30h)****Fronteiras da Geoquímica | Fronteras de la Geoquímica**Moderadores: Eduardo Silva (U. Aveiro), José Mirão (U. Évora - ECTUE)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S9A.1	Jesús Martínez-Frías	Martins <i>et al.</i>	La Red Ibérica de Astrobiología: una plataforma científica, educativa y de divulgación para el desarrollo de la Cosmogeología en el ámbito Ibérico e Iberoamericano
S9A.2	Sérgio Sêco	Sêco <i>et al.</i>	Avaliação dos fatores de controle do potencial de produção de radão de rochas sedimentares do Jurássico Inferior e Médio da Bacia Lusitânica, Portugal
S9A.3	Alcides Pereira	Domingos <i>et al.</i>	Potencial de radão em setores da Zona de Ossa Morena
S9A.4	Micael Jorge	Jorge <i>et al.</i>	A carsificação como fator potenciador de risco de radão: o caso das grutas da Moeda (Fátima – Portugal central) e região envolvente
S9A.5	Mafalda Costa	Costa <i>et al.</i>	O uso da geoquímica na determinação da proveniência e processo de manufatura de vidro produzido pelo Homem
S9A.6	Noel Moreira	Moreira <i>et al.</i>	Mármore da Zona de Ossa-Morena utilizados na Antiguidade Clássica: síntese e discussão dos dados isotópicos publicados

**Sessão | Sesión 9B (11:00-12:30h)****Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental**Moderadores: Rosario García Giménez (UAM), Teresa Albuquerque (IPCB)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S9B.1	Francisco Córdoba García	Chacon-Baca <i>et al.</i>	Los estromalitos singulares del río Tintillo (Huelva, España) como resultado de la interacción entre microorganismos extremófilos y los materiales propios de un río afectado por AMD (Huelva, España)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S9B.2	José Grande Gil	Grande <i>et al.</i>	El extremo del medio extremo: Hallazgo excepcional de un agua con valor de pH negativo en un cauce afectado por AMD en la Faja Pirítica Ibérica.
S9B.3	Maria Santisteban	Santisteban <i>et al.</i>	Caracterización biogeoquímica de embalses afectados por drenaje ácido de mina en la Faja Pirítica Ibérica Española mediante técnicas de <i>fuzzy logic</i>
S9B.4	Francisco Córdoba García	Leiva <i>et al.</i>	Diatomeas de la cuenca del río Odiel: su distribución en función del grado de polución por el Drenaje Ácido de Mina
S9B.5	Andrea Curcio	Curcio <i>et al.</i>	Fraccionamiento de U y metales pesados en la fracción coloidal en condiciones de drenaje ácido de mina del área del Río Tinto (España SO)
S9B.6	Ana Luís	Luís <i>et al.</i>	Caracterização biogeoquímica de um local afectado por Drenagem Ácida de Mina (DAM): Resposta dos biofilmes algais aos estímulos provocados pela acidez e a carga metálica das águas superficiais

Sessão | Sesión 10 (15:00-16:00h)

Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental

Moderadores: Efrén García Ordiales (U. Oviedo), Paula Marinho Reis (U. Minho)

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
S10.1	Joana Ribeiro	Ribeiro & Flores	Mobilidade de elementos maiores e traço em resíduos de exploração mineira de carvão na Bacia Carbonífera do Douro (Portugal)
S10.2	Patrícia Vidigal	Vidigal <i>et al.</i>	Poderá a <i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet ser uma cultura fitoestabilizadora de solos contaminados?
S10.3	Ana Alves	Alves <i>et al.</i>	Avaliação do potencial do maciço de Morais para a fitomineração de níquel



Candidatos ao “Prémio PARALAB” para melhor apresentação oral de jovens investigadores

Candidatos al "Premio PARALAB" a la mejor presentación oral de jóvenes investigadores

Apresentações Poster | Presentaciones Poster**Geoquímica dos processos exógenos | Geoquímica de procesos exógenos**

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
P1.1	Filipa Moreno	Moreno <i>et al.</i>	O papel das plantas na fixação do bromo em habitats naturais de zonas húmidas: comparando espécies nativas de sapais e turfeiras do NW de Portugal
P1.2	Maria Angeles García-del-Cura	García-del-Cura <i>et al.</i>	Oxi-hidróxidos de hierro del Jurásico Superior-Cretácico Inferior del Prebético de Alicante: caracterización geoquímica y mineralógica
P1.3	Joana Araújo	Araújo <i>et al.</i>	Determinação de <i>clusters</i> de enriquecimento/empobrecimento em solos tropicais – um caso de estudo na República Dominicana
P1.4	Mafalda Freitas	Freitas <i>et al.</i>	Precipitação de carbonatos autigénicos no vulcão de lama serpentizada Yinazao
P1.5	Manuela da Vinha	Luís <i>et al.</i>	Avaliação da perigosidade do solo urbano numa cidade pouco industrializada e de crescimento rápido (Benguela)

**Geoquímica dos processos endógenos | Geoquímica de procesos endógenos**

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
P2.1	Luís Portela	Portela <i>et al.</i>	Novos dados geoquímicos e isotópicos (Sr-Nd) para o plutonito do Caramulo (Zona Centro-Ibérica)
P2.2	Maria do Rosário Azevedo	Azevedo <i>et al.</i>	Idade U-Pb (zircões) por ID-TIMS para o granito Varisco sintectónico de Tamanhos (Zona Centro Ibérica)
P2.3	Margarida Antunes	Antunes	Características geoquímicas e geocronológicas do plutão de Fundão – implicações geotectónicas
P2.4	Fernando Noronha	Ramos & Noronha	Geoquímica de um filão de rochas básicas alcalinas de Gonçalo (Guarda)
P2.5	Alcides Pereira	Esperancinha <i>et al.</i>	Prospecção de corpos graníticos não aflorantes no sector Lousã-Cernache do Bonjardim – abordagem preliminar
P2.6	Marcela Rodrigues	Rodrigues <i>et al.</i>	Estudo de inclusões fluidas e inclusões de <i>melt</i> em dois pegmatitos graníticos do Centro de Portugal
P2.7	Diogo Carvalho	Carvalho <i>et al.</i>	Análise geoquímica preliminar das unidades metassedimentares do Terreno Finisterra
P2.8	José Roseiro	Roseiro <i>et al.</i>	Elementos traço característicos das unidades detríticas Paleozóicas da Zona de Ossa-Morena (Portugal): constrangimentos geodinâmicos
P2.9	Noel Moreira	Moreira <i>et al.</i>	O magmatismo Neoproterozóico do NW da Zona de Ossa-Morena (Abrantes, Portugal): novos dados sobre o arco magmático Cadomiano?
P2.10	Daiane de Paula	Abreu Marques <i>et al.</i>	Geoquímica de rochas ortoderivadas no limite entre os Orógenos Ribeira e Araçuaí, sudeste do Brasil
P2.11	Daiane de Paula	Medeiros-Junior <i>et al.</i>	Petrografia, termometria e geoquímica de rochas ortoderivadas da Serra do Caparaó, sudeste do Brasil
P2.12	José Nogueira Neto	Nogueira Neto <i>et al.</i>	Estudo espectroscópico preliminar em turmalinas bicolores, azuis e verdes, oriundas da província Borborema, estado do Ceará, Brasil



Geoquímica orgânica e dos recursos energéticos | Geoquímica orgánica y recursos energéticos

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
P3.1	Ana Cláudia Santos	Santos <i>et al.</i>	Caracterização de rochas metassedimentares ricas em matéria orgânica do NW de Portugal através de microespectroscopia Raman	
P3.2	Juan Llamas Borrajo	Ma <i>et al.</i>	Evaluación de los riesgos ambientales de los BTEX procedentes de las aguas de retorno de explotaciones de <i>shale gas</i>	
P3.3	Patrícia Moita	Moita <i>et al.</i>	Ensaio de carbonatação mineral de CO ₂ no gabro do maciço de Sines – dados preliminares do projeto InCarbon	

Geoquímica dos recursos minerais | Geoquímica de los recursos minerales

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO	
P4.1	Iván Martín-Méndez	Martín-Méndez <i>et al.</i>	Cartografía y exploración geoquímica basada en muestras de suelos residuales tomadas en la Faja Pirítica Ibérica (España)	
P4.2	Igor Morais	Morais <i>et al.</i>	Utilização da técnica de <i>Mobile Ionic Leach</i> na deteção de mineralizações de sulfuretos maciços a grandes profundidades – Caso de estudo do depósito do Lombador, Neves-Corvo, Portugal	
P4.3	Jéssica Lima	Lima <i>et al.</i>	Processamento estatístico e análise de componentes principais de dados geoquímicos de sedimentos de corrente para prospecção de Li	
P4.4	Carla Carvalho	Carvalho <i>et al.</i>	Estudo mineralógico e geoquímico do jazigo de Sn-W da Bejanca, distrito de Viseu, Portugal	
P4.5	Nuno Grácio	Grácio <i>et al.</i>	Óxidos de titânio aluvionares da região de Segura (Castelo Branco, Portugal): um guia de prospecção para Sn e W	
P4.6	Sara Costa e Silva	Costa e Silva <i>et al.</i>	Condições P-T de cristalização de um quartzo contemporâneo da volframite do Jazigo de W-Sn da Panasqueira	
P4.7	Adriana Batista	Batista <i>et al.</i>	Bacias de drenagem de sedimentos de corrente aplicadas à prospecção de ouro e antimónio no Distrito Dúrico Beirão; uma proposta de metodologia	
P4.8	António Moura	Gomes <i>et al.</i>	O filão de Au-Ag de Escádia Grande: mineralogia e inclusões fluidas	
P4.9	Diogo São Pedro	São Pedro <i>et al.</i>	Química mineral de fases minerais de As, Bi e Au presentes nos depósitos auríferos de Montemor-o-Novo (Zona de Ossa-Morena, Portugal)	
P4.10	José Roseiro	Roseiro <i>et al.</i>	Fases minerais portadoras de Nb no Complexo Carbonatítico do Bailundo (Angola): metalogenia e implicações para prospecção mineral	

Hidroggeoquímica e Geotermia | Hidroggeoquímica y Geotermia

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
P5.1	Letícia Ferreira	Ferreira <i>et al.</i>	Razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em águas superficiais e sedimentos de linhas de água da região do Caramulo (centro de Portugal)
P5.2	Margarida Antunes	Brás & Antunes	Indicadores de qualidade da água em bacias hidrográficas – caso de estudo no Rio Vizela (N Portugal)
P5.3	Juan Antonio Luque	Luque <i>et al.</i>	Calidad de las aguas de los acuíferos carbonatados de España
P5.4	Francisco Córdoba García	Borrego <i>et al.</i>	Biometalurgia: biolixiviación de cobre de escorias pirometalúrgicas mediante consorcios de bacterias quimiolitotrofas hiperacidófilas
P5.5	Noé Anes Garcia	Anes Garcia <i>et al.</i>	Aplicación de las redes neuronales a la clasificación hidroquímica de aguas residuales de una depuradora

**Geoquímica e reabilitação ambiental | Geoquímica y rehabilitación ambiental**

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
P6.1	Rosario Giménez	De Soto <i>et al.</i>	Modelizaciones geoquímicas de la influencia del ZnO en la activación de residuos de carbón con base de caolinita
P6.2	Jacqueline Lima	Lima <i>et al.</i>	Avaliação do uso de compostos orgânicos na sorção de Cd: Influência das condições de compostagem
P6.3	Eduardo de Miguel	Barrio-Parra <i>et al.</i>	Autómata celular para caracterizar la transferencia de contaminantes entre compartimentos ambientales
P6.4	Maria Manuela Abreu	Arán <i>et al.</i>	Impacto ambiental de residuos con sulfuros rehabilitados con Tecnosol: ensayo de lixiviación simulada
P6.5	Ana Cortinhas	Cortinhas <i>et al.</i>	Uso de Tecnossolos na conservação de populações de <i>Limonium daveau</i> em declínio
P6.6	Patrícia Santos	Santos <i>et al.</i>	Caracterização da contaminação dos solos da envolvente da escombreira da antiga mina de carvão de São Pedro da Cova
P6.7	Paula Marinho Reis	Oliveira <i>et al.</i>	Deposição atmosférica de poeira e níveis de elementos traço numa cidade industrial com clima Mediterrânico
P6.8	María del Carmen Hidalgo	Mendoza <i>et al.</i>	Análisis de la contaminación por metal(oid)es en los sedimentos del río Grande (embalse de El Rumblar, Jaén)
P6.9	María Santisteban	Santisteban <i>et al.</i>	Evaluación del grado de afección de las cuencas vertientes receptoras de AMD en la Faja Pirítica Ibérica Española
P6.10	Juan Carlos Fortes	Sarmiento <i>et al.</i>	Evaluación del grado de afección por drenajes ácidos de mina (AMD) en materiales mecánicos de las instalaciones mineras de la Faja Pirítica Ibérica (FPI)
P6.11	Juan Carlos Fortes	Davila <i>et al.</i>	Un estuario altamente contaminado por drenaje ácido de mina. Reserva Nacional Marismas del Odiel (SW España)
P6.12	Marcus Santos	Santos <i>et al.</i>	Riscos ambientais decorrentes da presença de elementos metálicos em área de exploração de petróleo na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil



Fronteiras da Geoquímica | Fronteras de la Geoquímica

REF	ORADOR	AUTORES	TÍTULO
P7.1	Rosa Marques	Rodrigues <i>et al.</i>	Indicadores geoquímicos dos Campaniforme dos sítios arqueológicos Cardim 6 e Porto Torrão, Ferreira do Alentejo, Portugal
P7.2	Manuela Inácio	Inácio <i>et al.</i>	Avaliação de riscos para a saúde humana pela exposição a solos e produtos hortícolas numa área industrial no NW de Portugal
P7.3	Sánchez-Palencia	Sánchez-Palencia <i>et al.</i>	Aplicación de la metodología <i>Design Thinking</i> en asignaturas de geoquímica



Candidatos ao “Prémio BERALT” para melhor apresentação poster de jovens investigadores

Candidatos al "Premio BERALT" a la mejor presentación de póster de jóvenes investigadores

Índice

Índice

Índice das Temáticas

Índice de las Temáticas

Sessões Plenárias	Sesiones Plenárias	Pág. 1 a Pág. 6
Geoquímica dos Processos Exógenos	Geoquímica de Procesos Exógenos	
	Orais	Pág. 7 a Pág. 12
	Posters	Pág. 13 a Pág. 17
Geoquímica dos Processos Endógenos	Geoquímica de Procesos Endógenos	
	Orais	Pág. 18 a Pág. 30
	Posters	Pág. 31 a Pág. 42
Geoquímica Org. e dos Recursos Energ.	Geoquímica Org. y Recursos Energ.	
	Orais	Pág. 43 a Pág. 50
	Posters	Pág. 51 a Pág. 53
Geoquímica dos Recursos Minerais	Geoquímica de los Recursos Minerales	
	Orais	Pág. 54 a Pág. 63
	Posters	Pág. 64 a Pág. 73
Hidrogeoquímica e Geotermia	Hidrogeoquímica y Geotermia	
	Orais	Pág. 74 a Pág. 78
	Posters	Pág. 79 a Pág. 83
Geoquímica e Reabilitação Ambiental	Geoquímica y Rehabilitación Ambiental	
	Orais	Pág. 84 a Pág. 104
	Posters	Pág. 105 a Pág. 116
Fronteiras da Geoquímica	Fronteras de la Geoquímica	
	Orais	Pág. 117 a Pág. 122
	Posters	Pág. 123 a Pág. 125

Índice

Sessões Plenárias | Sesiones Plenárias

A Tabela Periódica dos Elementos Químicos de Mendeleiev	1
Análisis Geoquímico Forense	2
Geoquímica isotópica en arqueología: los isótopos de Pb en los estudios de procedencia de muestras arqueológicas	3
Os desafios para a prospecção geoquímica na descoberta futura de Depósitos Minerais	4
Biogeoquímica e mineralogia ambiental em contexto de contaminação mineira	5
La Luna: de nuestros orígenes al futuro de la humanidad hacia el espacio.....	6

Geoquímica dos Processos Exógenos | Geoquímica dos Procesos Exógenos - Oraís

Geoquímica da camada superficial de solos da Ilha do Sal (Cabo Verde).....	7
Características geoquímicas de los elementos de tierras raras en los sedimentos de llanura de inundación en España	8
Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el Holoceno a partir de contenido en alcanos del sedimento.....	9
Geoquímica de Elementos Terras Raras (ETRs) como indicadores da proveniência dos sedimentos de albufeiras dominicanas	10
Análise de viabilidade do reaproveitamento de sedimentos dragados como fertilizantes naturais em solos agrícolas de duas barragens da República Dominicana	11
Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el MIS7 a partir de biomarcadores	12

Geoquímica dos Processos Exógenos | Geoquímica dos Procesos Exógenos - Posters

O papel das plantas na fixação do bromo em habitats naturais de zonas húmidas: comparando espécies nativas de sapais e turfeiras do NW de Portugal.....	13
Oxi-hidróxidos de hierro del Jurásico Superior-Cretácico Inferior del Prebético de Alicante: Caracterización geoquímica y mineralógica.....	14
Determinação de clusters de enriquecimento/empobrecimento em solos tropicais – um caso de estudo na República Dominicana.....	15
Precipitação de Carbonatos Autigénicos no Vulcão de Lama Serpentinizada Yinazao.....	16
Avaliação da perigosidade do solo urbano numa cidade pouco industrializada e de crescimento rápido (Benguela)	17

Geoquímica dos Processos Endógenos | Geoquímica dos Procesos Endógenos - Oraís

Correlação petrográfica e geoquímica entre a Brecha Vulcânica da Papôa (Peniche, W Portugal) e o Arquipélago das Berlengas.....	18
Significado geodinâmico do magmatismo máfico do Terreno Finisterra: a existência de um episódio de estiramento crustal	19
Combining portable X-ray fluorescence and clustering methods for mineral exploration. A case study in Batigelas (Ossa-Morena Zone, Portugal).....	20

Análise geoquímica preliminar das rochas metabásicas da região de Viana do Alentejo (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas.....	21
Idades U-Pb em rochas vulcano-sedimentares da Zona Sul Portuguesa: resultados preliminares do Projeto GEO-FPI.....	22
Caracterização metamórfica do Grupo Pitangui, <i>Greenstone Belt</i> Rio das Velhas, NW do Quadrilátero Ferrífero, Brasil.....	23
Constrangimentos de idades U-Pb em zircão e apatite na exumação de granitos e migmatitos da crosta média durante a orogénese: um caso da Zona Centro Ibérica	24
Idades U-Pb SHRIMP e padrões de Terras Raras em zircão de um leucogranito anatóctico do Complexo Migmatítico de Bemposta (Zona Centro Ibérica).....	25
As rochas metabásicas de Montebelo como evidências geoquímicas para o início de rifting Varisco na Zona Centro-Ibérica	26
Comparação entre as idades U-Pb dos zircões detríticos do Supergrupo Douro-Beiras e do Complexo Anatóctico de Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrals (Zona Centro Ibérica, Portugal): implicações geodinâmicas.....	27
Geoquímica de uma rocha bandada associada ao aplito e ao microgranito da Argemela (Centro de Portugal)	28
Geoquímica de rocha total dos pórfiros graníticos de Vila Pouca de Aguiar (norte de Portugal), integrada com análise petrográfica e microanálise de raios-X	29
Evidência para a existência de distintas fontes mantélicas alimentando o magmatismo recente (< 5 Ma) da Crista Madeira-Tore	30
Geoquímica dos Processos Exógenos Geoquímica dos Procesos Exógenos - Posters	
Novos dados geoquímicos e isotópicos (Sr-Nd) para o plutonito do Caramulo (Zona Centro-Ibérica)	31
Idade U-Pb (zircões) por ID-TIMS para o granito Varisco sin-tectónico de Tamanhos (Zona Centro Ibérica).....	32
Características geoquímicas e geocronológicas do plutão de Fundão – implicações geotectónicas ...	33
Geoquímica de um filão de rochas básicas alcalinas de Gonçalo (Guarda)	34
Prospecção de corpos graníticos não aflorantes no sector Lousã-Cernache do Bonjardim – abordagem preliminar	35
Estudos de inclusões fluidas e inclusões de melt em dois pegmatitos graníticos do Centro de Portugal	36
Análise geoquímica preliminar das unidades metassedimentares do Terreno Finisterra.....	37
Elementos traço característicos das unidades detríticas Paleozoicas da Zona de Ossa-Morena (Portugal): constrangimentos geodinâmicos	38
O magmatismo neoproterozóico do NW da Zona Ossa-Morena (Abrantes, Portugal): novos dados sobre o arco magmático Cadomiano?.....	39
Geoquímica de rochas ortoderivadas no limite entre os Orógenos Ribeira e Araçuaí, sudeste do Brasil	40
Petrografia, termometria e geoquímica de rochas ortoderivadas da Serra do Caparaó, sudeste do Brasil.	41

Estudo espectroscópico preliminar em turmalinas bicolores, azuis e verdes oriundas da Província Borborema, Estado do Ceará, Brasil.....	42
---	----

Geoquímica Orgânica e dos Recursos Energéticos | Geoquímica Orgánica y Recursos Energéticos - Oraís

Geoquímica orgânica da Formação de Montejunto (Bacia Lusitânica, Portugal): o caso da sondagem Vila Verde-2	43
Utilização do Método Passey na estimativa do carbono orgânico total em sondagens: aplicação aos intervalos ricos em matéria orgânica do Jurássico Inferior do <i>offshore</i> da Bacia Lusitânica, Portugal	44
Variação palinofaciológica e isótopos estáveis do carbono em matéria orgânica do Pliensbaquiano Superior–Toarciano Inferior da Bacia Lusitânica (Portugal): Implicações paleoambientais	45
Caraterização geoquímica da matéria orgânica de xistos negros associados a mineralização de Cu na Zona Ossa Morena.....	46
Estudo geoquímico dos coques naturais da Bacia de Peñarroya-Belmez-Espiel (Espanha)	47
Avaliação do grau de maturação térmica da matéria orgânica do limite Cenomaniano-Turoniano da Bacia Subalpina (SE França).....	48
Evaluación geoquímica y génesis del gas natural y condensado en la Isla Puná, Cuenca Progreso, Suroeste de Ecuador.	49
Primeiros dados geoquímicos das lignites de uma nova ocorrência no Bilene, Gaza, Moçambique ...	50

Geoquímica Orgânica e dos Recursos Energéticos | Geoquímica Orgánica y Recursos Energéticos - Posters

Caracterização de rochas metassedimentares ricas em matéria orgânica do NW de Portugal através de microespectroscopia Raman	51
Evaluación de los riesgos ambientales de los BTEX procedentes de las aguas de retorno de explotaciones de shale gas.....	52
Ensaio de carbonatação mineral de CO ₂ no gabro do maciço de Sines - dados preliminares do projeto InCarbon	53

Geoquímica dos Recursos Minerais | Geoquímica de los Recursos Minerales - Oraís

Evolução dos Fluídos no Jazigo de Sn-W de Argoselo Gravado na Química da Apatite	54
Turmalinização associada às mineralizações de Sn-W da Mina de Vale Pião (Góis)	55
Variabilidade composicional de fases minerais óxidas nos granitos de Ribeira e Paredes (NE Trás-os-Montes); implicações metalogenéticas.....	56
Evolução térmica do sistema mineralizado W-Sn(-Cu) da Panasqueira (Portugal): aplicação dos geotermómetros pirite-pirrotite e arsenopirite.....	57
Cassiterites de diferentes idades como prova de vários períodos de deposição na Província Metalogénica Estano-Tungstífera Portuguesa	58
Granitóides tardi-orogénicos Variscos do Norte e Centro de Portugal: suscetibilidade magnética, série magnetite/ilmenite e potencial metalogénico.....	59
Mineralogia e temperatura de formação das mineralizações auríferas de Bigorne, Norte de Portugal	60

Mapeamento geoquímico de alta resolução na mina de Mociços (Zona de Ossa-Morena, Portugal). Contributos de métodos de aprendizagem máquina.	61
O depósito cuprífero do Barrigão: tenantite-tetraedrite para aplicações termoelétricas e de alta tecnologia	62
Estudo Químico de Crostas Ferro-manganesíferas do Nordeste Atlântico	63
Geoquímica dos Recursos Minerais Geoquímica de los Recursos Mineralres - Posters	
Cartografía y exploración geoquímica basada en muestras de suelos residuales tomadas en la Faja Pirítica Ibérica (España)	64
Utilização da técnica de Mobile Ionic Leach na deteção de mineralizações de sulfuretos maciços a grandes profundidades – Caso de estudo do depósito do Lombador, Neves-Corvo, Portugal	65
Processamento estatístico e análise de componentes principais de dados geoquímicos de sedimentos de corrente para prospeção de Li.....	66
Estudo mineralógico e geoquímico do jazigo de Sn-W da Bejanca, distrito de Viseu, Portugal.....	67
Óxidos de Titânio Aluvionares da Região de Segura (Castelo Branco, Portugal): um Guia de Prospeção para Sn e W	68
Condições P-T de cristalização de um quartzo contemporâneo da volframite do Jazigo de W-Sn da Panasqueira	69
Bacias de drenagem de sedimentos de corrente aplicadas à prospeção de ouro e antimónio no Distrito Dúrico Beirão; uma proposta de metodologia	70
O filão de Au-Ag de Escádia Grande: mineralogia e inclusões fluidas	71
Química mineral de fases minerais de As, Bi e Au presentes nos depósitos auríferos de Montemor-o-Novo (Zona de Ossa-Morena, Portugal)	72
Fases minerais portadoras de Nb no Complexo Carbonatítico do Bailundo (Angola): metalogenia e implicações para prospeção mineral.....	73
Hidroggeoquímica e Geotermia Hidroggeoquímica y Geotermia - Oraís	
Emissão de CO ₂ na Lagoa das Sete Cidades (São Miguel, Açores)	74
Influencia de los acuíferos fisurados en la presencia de elementos traza en acuíferos detríticos asociados: dos casos de estudio en el este y centro de España	75
Caracterização hidroggeoquímica de efluentes da mina de carvão de São Pedro da Cova (Gondomar)	76
Identificação de Processos Hidroggeoquímicos no Sistema Aquífero Estremoz - Cano.....	77
Estudo hidroggeoquímico nos lagos vulcânicos dos Açores	78
Hidroggeoquímica e Geotermia Hidroggeoquímica y Geotermia - Posters	
Razões isotópicas ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr em águas superficiais e sedimentos de linhas de água da região do Caramulo (centro de Portugal).....	79
Indicadores de qualidade da água em bacias hidrográficas – caso de estudo no Rio Vizela (N Portugal)	80
Calidad de las aguas de los acuíferos carbonatados de España	81

Biometalurgia: biolixiviación de cobre de escorias pirometalúrgicas mediante consorcios de bacterias quimiolitotrofas hiperacidófilas 82

Aplicación de las redes neuronales a la clasificación hidroquímica de aguas residuales de una depuradora 83

Geoquímica e Reabilitação Ambiental | Geoquímica y Rehabilitación Ambiental - Orais

El problema ambiental del manejo de carbón y materiales relacionados durante más de 150 años en la costa asturiana (NO de España): El caso de la Playa de San Lorenzo 84

Evaluación de la contaminación por Hg y As en los suelos del entorno de la mina de La Soterraña (Asturias): Aproximación mediante geoquímica e imágenes dron multiespectrales 85

Identificación de la alteración del fondo geoquímico local en sondeos realizados en un estuario afectado por 150 años de minería 86

Modelo de distribución geoquímica de metales pesados y metaloides en sedimentos de playas asturianas 87

Avaliação da qualidade das águas subterrâneas do aquífero superficial de Estarreja (Aveiro) 88

Geoquímica, mineralogia e biodisponibilidade oral de chumbo, zinco e antimónio em poeiras domésticas recolhidas em habitações da cidade de Estarreja 89

Índices de polución y krigeado de la indicatriz aplicados a la construcción de mapas de isoprobabilidad para la identificación de clusters de elementos potencialmente tóxicos en suelos... 90

Caracterización geoquímica de la Cuenca de El Hito (Cuenca, España central) 91

Evaluación geoquímico-ambiental de pasivos de minería de uranio en Peña Blanca, México 92

Caracterización hidrogeoquímica de un río en los Andes Peruanos 93

Avaliação da contaminação associada às escombrelas das minas de Rio de Frades – Arouca 94

Contaminación por metales pesados y evaluación del riesgo ecológico en el campo minero Ponce Enríquez (Ecuador) 95

Los estromalitos singulares del río Tintillo (Huelva, España) como resultado de la interacción entre microorganismos extremófilos y los materiales propios de un río afectado por AMD (Huelva, España) 96

El extremo del medio extremo: Hallazgo excepcional de un agua con valor de pH negativo en un cauce afectado por AMD en la Faja Pirítica Ibérica 97

Caracterización biogeoquímica de embalses afectado por drenaje ácido de mina en la Faja Pirítica Ibérica española mediante técnicas de fuzzy logic 98

Diatomeas de la cuenca del río Odiel: su distribución en función del grado de polución por el Drenaje Ácido de Mina 99

Fraccionamiento de U y metales pesados en la fracción coloidal en condiciones de drenaje ácido de mina del área del Río Tinto (España SO) 100

Caracterização biogeoquímica de um local afectado por Drenagem Ácida de Mina (DAM): Resposta dos biofilmes algais aos estímulos provocados pela acidez e a carga metálica das águas superficiais 101

Mobilidade de elementos maiores e traço em resíduos de exploração mineira de carvão na Bacia Carbonífera do Douro (Portugal) 102

Poderá a <i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet ser uma cultura fitoestabilizadora de solos contaminados? .	103
Avaliação do potencial do maciço de Morais para a fitomineração de níquel	104

Geoquímica e Reabilitação Ambiental | Geoquímica y Rehabilitación Ambiental - Posters

Modelizaciones geoquímicas de la influencia del ZnO en la activación de residuos de carbón con base de caolinita	105
Avaliação do uso de compostos orgânicos na sorção de Cd: Influência das condições de compostagem	106
Autómata celular para caracterizar la transferencia de contaminantes entre compartimentos ambientales	107
Impacto ambiental de residuos con sulfuros rehabilitados con Tecnosol: ensayo de lixiviación simulada	108
Uso de Tecnosolos na conservação de populações de <i>Limonium daveau</i> em declínio	109
Caracterização da contaminação dos solos da envolvente da escombreira da antiga mina de carvão de São Pedro da Cova	110
Deposição atmosférica de poeira e níveis de elementos traço numa cidade industrial com clima Mediterrânico.....	111
Análisis de la contaminación por metal(oid)es en los sedimentos del río Grande (embalse del Rumblar, Jaén).....	112
Evaluación del grado de afección de las cuencas vertientes receptoras de AMD en la Faja Pirítica Ibérica Española	113
Evaluación del grado de afección por drenajes ácidos de mina (AMD) en materiales mecánicos de las instalaciones mineras de la Faja Pirítica Ibérica (FPI).....	114
Un estuario altamente contaminado por drenaje ácido de mina. Reserva Nacional Marismas del Odiel (SW Spain)	115
Riscos ambientais decorrentes da presença de elementos metálicos em área de exploração de petróleo na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.....	116

Fronteras da Geoquímica | Fronteras de la Geoquímica - Orais

La Red Ibérica de Astrobiología: una plataforma científica, educativa y de divulgación para el desarrollo de la cosmogeoquímica en el ámbito Ibérico e Iberoamericano.....	117
Avaliação dos fatores de controle do potencial de produção de radão de rochas sedimentares do Jurássico Inferior e Médio da Bacia Lusitânica, Portugal	118
Potencial de radão em setores da Zona de Ossa Morena.....	119
A carsificação como fator potenciador de risco de radão: o caso das grutas da Moeda (Fátima – Portugal central) e região envolvente.....	120
O uso da geoquímica na determinação da proveniência e processo de manufactura de vidro produzido pelo Homem.....	121
Mármore da Zona de Ossa-Morena utilizados na Antiguidade Clássica: síntese e discussão dos dados isotópicos publicados	122

Fronteiras da Geoquímica | Fronteras de la Geoquímica - Posters

Indicadores geoquímicos dos campaniforme dos sítios arqueológicos Cardim 6 e Porto Torrão, Ferreira do Alentejo, Portugal.....	123
Avaliação de riscos para a saúde humana pela exposição a solos e produtos hortícolas numa área industrial no NW de Portugal	124
Aplicación de la metodología <i>Design Thinking</i> en asignaturas de geoquímica.....	125

Sessões Plenárias

Sesiones Plenárias

A Tabela Periódica dos elementos químicos de Mendeleiev

The Medeleev Periodic Table of the chemical elements

Ferreira Gomes, J.^{1*}

¹ Requite/LAQV; Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

* jfgomes@fc.up.pt

Resumo: Nos 150 anos da proposta inicial da Tabela Periódica dos Elementos, farei uma revisão rápida da motivação de Mendeleiev e do seu impacto na ciência moderna. Partindo de uma observação puramente empírica foi possível classificar os elementos químicos conhecidos num esforço de arrumação sistemática, especialmente das suas propriedades e da sua reatividade.

A personalidade e a biografia de Dimitri Mendeleiev merecem uma excursão para compreendermos a época e o desenvolvimento da ciência na sociedade russa e europeia do século XIX. O rigor conseguido nas experiências quantitativas dos pioneiros, desde Lavoisier até Mendeleiev impressiona ainda hoje qualquer leitor dos trabalhos então publicados.

Uma proposta simples desenvolvida para organizar o seu livro de Princípios da Química e para ajudar os seus alunos a enquadrarem o conhecimento químico da época veio a ser reconhecido alguns anos depois com a descoberta de novos elementos que preenchiam espaços deixados na tabela inicial. Só muitos anos mais tarde, com o desenvolvimento da Mecânica Quântica, vem a ser compreendida a razão de uma classificação bastante caprichosa numa tabela com linhas e colunas de comprimento variável. Hoje explicamos esta organização dos elementos químicos em função de ideias muito abstratas como o Princípio da Exclusão de Pauli e da natureza dos eletrões como fermiões, uma linguagem totalmente estranha à ciência do século XIX e às preocupações de Mendeleiev.

Palavras-chave: Tabela Periódica, Mendeleiev, elementos químicos

Abstract: On the 150th anniversary of the initial Medeleev proposal of a periodic table of the elements, I will present a short revision of the famous Russian chemist's motivations and its impact on modern science. Starting from a purely empirical observation of certain periodicities, he succeeded in organising all known elements, making sense of their properties and reactivity.

The very interesting personality of Dimitri Mendeleev deserves an excursion to understand his times and the development of the Russian and the European science in the XIX century. The high precision of the pioneering chemical measurements, from Lavoisier to Mendeleev still impresses on today's reader.

A simple strategy to summarise for his students the contemporary chemical knowledge led Mendeleev to discover certain periodicities that led to a table where all known elements fitted and certain spaces were left open for new discoveries. This was received with some doubt by the community, but the discovery of new elements that fitted exactly into the Mendelleev's table made him an immediate scientific hero recognised all over Europe. The full understanding of the reasons for the strange shape of the Periodic Table had to wait many years until Quantum Mechanics was invented and the full structure of the atoms discovered.

Keywords: Periodic Table, Medeleev, chemical elements

Análisis geoquímico forense

Forensic geochemical analysis

Santillana, E. ^{1*}

¹ Departamento de Medio Ambiente, Servicio de Criminalística de Guardia Civil. Guzmán el Bueno 110, 28003 Madrid (España)

* ejsantillana@guardiacivil.es

Resumen: El objetivo de la presentación es reconocer la importancia del análisis forense de suelos, el cual radica en la búsqueda de elementos de pruebas que en una investigación policial permitan establecer relación entre el lugar de los hechos y personas u objetos involucrados en una investigación, pudiendo dar lugar a una prueba pericial que será presentada ante los tribunales de justicia. El cotejo de suelos es el principal material geológico transferido en un hecho delictivo y el mayoritario en los laboratorios criminalísticos.

Concepto de transferencia entre el suelo de un lugar con materiales que pueden entrar en contacto con él (zapatos, vehículos, herramientas, etc.), así como la representatividad de dicha muestra de suelo transferida y sus posibles modificaciones una vez depositada en la nueva superficie.

Visión general de las técnicas analíticas utilizadas en la caracterización de un suelo dentro de una investigación (difracción de rayos X, color, tamaño de partículas, técnicas espectroscópicas, bacterias del suelo, etc.). Metodología para obtener la mayor cantidad de datos para una caracterización adecuada de las muestras a cotejar.

Presentación de diversos casos sobre análisis forense de suelos.

Palabras clave: Ciencia Forense, Suelo, Traza, Tecnicas Analíticas, Casuística.

Abstract: The purpose of the presentation is to recognize the high value of forensic soil analysis, which is based on the search in a crime investigation for evidence that allows to link a crime scene with a suspect or objects involved, being able to give rise to an expert evidence that will be presented before the courts of justice. The comparative analysis of soil is the main geological material transferred at crime scenes and thus forms the bulk of the material studies in forensic laboratories.

Concept of transfer between the crime site with objects that can come into contact with it (shoes, vehicles, tools, etc.), as well as the representativeness above mentioned sample of transferred soil and its possible modifications once deposited on the new surface.

Overview of the analytical techniques used in the characterization of a soil within a criminal investigation (X-ray diffraction, color, particle size, spectroscopic techniques, soil bacteria, etc.). Methodology to obtain the greatest amount of data for an adequate characterization of the samples to compare.

Presentation of different cases on forensic soil analysis.

Keywords: Forensic Science, Soil, Trace, Analytical Techniques, Casuistic.

Geoquímica isotópica en arqueología: los isótopos de Pb en los estudios de procedencia de muestras arqueológicas

Isotope geochemistry in archaeology: Pb isotopes in studies of the provenance of archaeological samples

García de Madinabeitia, S.^{1*}, Gil Ibarguchi, J.I.^{1,2}

¹ Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, PO Box 644, 48080 Bilbao, Spain

² Servicio General de Geocronología y Geoquímica Isotópica – SGiker, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, PO Box 644, E-48080 Bilbao, Spain

* sonia.gdm@ehu.eus

Resumen: La geoquímica isotópica del Pb es una herramienta fundamental para la determinación del origen de las materias primas utilizadas en la elaboración de artefactos arqueológicos. Esta técnica, que viene siendo utilizada con éxito en las últimas décadas, no está exenta de problemas y requiere de una aplicación correcta. En este trabajo se exponen brevemente los fundamentos del sistema isotópico del Pb así como su aplicabilidad a los estudios de procedencia de muestras arqueológicas mediante el empleo de metodologías analíticas validadas que proporcionan exactitud y precisión suficientes. El Servicio de Geocronología y Geoquímica Isotópica-SGiker de la UPV/EHU dispone de los protocolos necesarios para la obtención de resultados de calidad tanto de relaciones isotópicas de Pb como de composición de elementos trazas, ya sea a partir de muestras disueltas o mediante el micro-análisis en el caso de muestras muy valiosas. Se recomienda la utilización de diagramas específicos, así como la utilización conjunta de resultados isotópicos y elementales a fin de reducir los riesgos derivados de la simple comparación de los datos de isótopos de Pb en la asignación de fuentes.

Palabras clave: procedencia, isótopos de Pb, ICP-MS, LA-ICP-MS, arqueología.

Abstract: The isotope geochemistry of lead is a basic tool in the research on the source of raw materials employed in the manufacture of ancient artefacts. This type of analyses has been employed during recent decades with notable success rates albeit it is not devoid of problems that must be assumed and solved in order to obtain proper conclusions. Here we summarize the basis of the Pb isotopic system and its usefulness in provenance studies. We also consider briefly the requirement of validated analytical protocols for quality results. Such procedures, as implemented in the Geochronology and Isotope Geochemistry Facility-SGiker of the UPV/EHU, allow to obtain reliable elemental and Pb isotopic results, not only on dissolved samples but also in valuable solid samples with minimum destruction. The combination of Pb isotopic and trace element determinations allows for avoiding possible risks in the mere use of Pb isotope ratios alone, being therefore most useful to locate ore mineral sites used to obtain raw materials for the manufacture of archaeological metal objects. We stress the use of analytical data in appropriate diagrams to improve the value of this technique employed.

Keywords: provenance, Pb isotopes, ICP-MS, LA-ICP-MS, archaeology.

Os desafios para a prospecção geoquímica na descoberta futura de Depósitos Minerais

Challenges for geochemical exploration in the future discovery of Mineral Deposits

Gonçalves, M.A.^{1*}

¹ Departamento de Geologia e Instituto Dom Luiz, Edifício C6, Piso 4, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

* mgoncalves@ciencias.ulisboa.pt

Resumo: O decréscimo na descoberta de novos depósitos minerais, aliado ao incremento da procura e diversificação das matérias primas usadas na indústria moderna, coloca uma série de novos desafios à prospecção mineral. A prospecção e mapeamento geoquímico sempre representou um dos pilares fundamentais na descoberta de depósitos minerais, mas a necessidade de procurar depósitos a maiores profundidades e inferir a sua existência a partir de sinais, muitas vezes ténues, à superfície requer que haja uma mudança de paradigma sobre a forma de usar e aplicar as ferramentas da geoquímica. Apresentam-se alguns exemplos: tratamento e refinamento de detecção de anomalias em dados com ruído elevado; integração multidimensional de quantidades maciças de dados; simulação de sistemas geológicos e de evolução da geomorfologia; mineralometria e geoquímica de elementos-traço em minerais pesados; refinamento de modelos metalogenéticos com parâmetros geoquímicos e mineralógicos.

Palavras-chave: Anomalias geoquímicas; Minerais pesados; Processamento de dados; Modelação geológica

Abstract: The number of newly discovered ore deposits has been decreasing, when at the same time there is an increase in demand and diversification of raw materials used in modern industry, which puts a series of challenges to the current practice of geochemical exploration. Geochemical exploration and mapping has always been one of the fundamental pillars in the discovery of ore deposits. However, the quest for the search of deeper deposits and the need to infer its existence from usually faint signals, requires a paradigm shift in the way we use and apply the available geochemical tools. Some examples are presented: processing and refinement in the detection of anomalies within a high-noise background; multidimensional integration of massive datasets; simulation of geologic systems and of landscape evolution; mineralometry and trace element geochemistry of heavy-minerals; mineralogical and geochemical refinement of metallogenetic models.

Keywords: Geochemical anomalies; Heavy-minerals; Data processing; Geological modelling

Biogeoquímica e mineralogia ambiental em contexto de contaminação mineira

Biogeochemistry and environmental mineralogy in mining contamination

Valente, T.^{1*}

¹ Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

* teresav@dct.uminho.pt

Resumo: Em contexto de contaminação mineira, a água tem pertinência especial. Nesta conferência dá-se relevo às águas de drenagem ácida pela sua expressão mundial e pelos fenómenos biogeoquímicos que lhe estão associados. Apresentam-se cenários de contaminação condicionados pela evolução de resíduos mineiros e com base em exemplos de casos mostram-se manifestações típicas em contextos climáticos e paragenéticos distintos. A drenagem ácida constitui ambientes extremos, logo possuem baixa biodiversidade e são colonizados por organismos específicos. Por sua vez, geram-se produtos de neoformação que reflectem as novas condições de equilíbrio termodinâmico – precipitados de drenagem ácida. Esta colonização de natureza acidófila e o controlo exercido pela mineralogia servem propósitos de monitorização ambiental. Assim, sugerem-se as macroalgas (e.g., *Euglena mutabilis*) e os precipitados de drenagem ácida (e.g., jarosite) como indicadores do grau de contaminação. A sua integração com parâmetros clássicos (e.g., pH, sulfato, metais) auxilia processos de monitorização ambiental, contribuindo para uma caracterização mais completa.

Palavras-chave: resíduos mineiros; água de mina, drenagem ácida, interação mineral-água-biosfera, indicadores.

Abstract: In the context of mining contamination a special attention is given to acid mine drainage for its worldwide expression, biogeochemical and/or biomineralization phenomena and, due to the properties of the affected systems.

This conference presents scenarios of contamination, which are controlled by the biogeochemical and mineralogical evolution of sulfide-rich wastes. By using case studies, the most typical manifestations are shown for distinct climatic and paragenetic contexts. Acid mine drainage environments have low biodiversity, being only colonized by specific organisms. In turn, there are neoformed products (AMD-precipitates) that reflect the new thermodynamic conditions.

The acidophilic type of colonization and the influence of mineralogy may serve environmental monitoring purposes. Thus, macroalgae (e.g., *Euglena mutabilis*) and ochre products (e.g., Jarosite) are suggested as indicators of the contamination degree. Their integration with classical parameters (e.g., pH, sulfate, and metals) helps in monitoring procedures, contributing to a more complete environmental characterization.

Keywords: mine wastes, mine water, acid mine drainage, mineral-water-biosphere interaction, indicators.

La Luna: de nuestros orígenes al futuro de la humanidad hacia el espacio

The Moon: from our origins to the future of humankind towards space

Martínez-Frías, J.^{1*}

¹ A Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), c/ Doctor Severo Ochoa 7. Edificio Entrepabellones 7 y 8, planta 4ª. 28040 Madrid, España

* j.m.frias@igeo.ucm-csic.es

Resumen: Somos la “Generación del Espacio”. La humanidad está a punto de dar el salto en su migración hacia Marte, como primer destino planetario, y la llegada a la Luna --cuyo 50 aniversario se conmemora este año--, ya ha supuesto un paso de gigante. Todo ello supone un desafío científico, tecnológico y socio-cultural, que requiere una colaboración multidisciplinar y que, sin duda, ampliará nuestro conocimiento sobre la Naturaleza y el Universo y abrirá también nuevas y apasionantes cuestiones. Esta contribución (conferencia plenaria) se enmarca, desde el punto de vista general, en este 50º aniversario y, desde el punto de vista específico, incide en aspectos geológicos, cosmogeoquímicos y también geoéticos y astrobioéticos. Se explicarán las hipótesis genéticas sobre el origen de la luna, su evolución y principales procesos geológicos, las características cosmogeoquímicas de los tipos de rocas y del regolito y sus recursos naturales (incluido el agua) para la futura habitabilidad y el establecimiento de bases semi-permanentes o permanentes. Finalmente, se incidirá en las actividades que venimos realizando en Canarias, como análogos de exploración e investigación.

Palabras clave: Luna, cosmogeoquímica, recursos, análogos, habitabilidad

Abstract: We are the “Space Generation”. Humankind is on the fringe of our future migration towards Mars, as first planetary destination. The Moon --whose 50th Anniversary of the first lunar landing we are commemorating-- has already been a giant leap forward. All this involves scientific, technological and social-cultural challenges, which require multidisciplinary collaborations and that, without any doubt, will expand our knowledge about Nature and the Universe, opening new exciting questions. This contribution (plenary talk) is set, from a general perspective, in the framework of this 50th Anniversary. The main topics which will be tackled include, among others: the origin, evolution and geological processes of the Moon, the cosmogeochemical features and main types of lunar rocks, the composition of the regolith, and its potential natural resources (including water) for the future habitability and semi-permanent (or permanent) lunar outposts, and further geoethical and astrobioethical issues. Finally, the activities that we are currently carrying out in the Canary Islands, as analogs for future exploration and research, will be also described.

Keywords: The Moon, cosmogeochemistry, resources, analogs, habitability

Geoquímica dos Processos Exógenos

Geoquímica de Procesos Exógenos

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

Geoquímica da camada superficial de solos da Ilha do Sal (Cabo Verde)

Geochemistry of topsoils from Sal Island (Cape Verde)

Marques, R.^{1*}, Prudêncio, M.I.¹, Rocha, F.^{2,3}, Ferreira da Silva, E.A.^{2,3}, Russo, D.¹, Costa, C.^{2,3}, Cerqueira, Â.³

¹ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (DECN), IST, Universidade de Lisboa, Estrada Nacional 10 (km 139.7), 2695-066 Bobadela, Portugal

² GeoBioTec, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

³ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* rmarques@ctn.tecnico.ulisboa.pt

Resumo: Solos de diferentes formações geológicas da Ilha do Sal (Cabo Verde) foram analisados por fluorescência de raios-X e análise por activação com neutrões. A amostragem dos 53 solos (camada superficial: 0-20 cm) foi efectuada de acordo com as recomendações do IGCP 259 ("International Geochemical Mapping"). Os padrões geoquímicos das medianas dos solos das ilhas de Santiago, Fogo, Brava e Sal relativamente à mediana dos solos de Bowen (1979) apresentam uma tendência semelhante. A ilha do Sal distingue-se por ser mais rica (razão > 2) em Fe, Sc, Cr, Mn, Co, Eu, Ta e W, e mais pobre (razão < 0.5) em Rb e Cs. Comparativamente às outras ilhas de Cabo Verde, o Sal distingue-se por teores mais baixos de Zn, Ga, terras raras intermédias (TRI) e pesadas (TRP), e Hf. Encontra-se ainda nos solos do Sal uma variação nos teores de TR associada a um fracionamento significativo entre TR leves e TRP. As variações significativas observadas nos teores dos elementos químicos estudados nos solos da Ilha do Sal indicam uma heterogeneidade elevada na composição química da rocha-mãe/magmas, associado a um grau de meteorização baixo, conduzindo a solos incipientes no clima árido desta ilha.

Palavras-chave: Geoquímica, Cabo Verde, Ilha do Sal, Terras raras, Clima árido.

Abstract: Soils developed on different geological formations of the Sal Island (Cape Verde) were analysed by X-ray fluorescence and neutron activation analysis. The sampling of the 53 topsoils (0-20 cm) was performed according to the recommendations of the IGCP 259 ("International Geochemical Mapping"). The geochemical patterns of the median values of the Santiago, Fogo, Brava and Sal topsoils show a similar trend, relative to the median values of Bowen (1979). Sal Island is distinguished by higher contents (ratio > 2) in Fe, Sc, Cr, Mn, Co, Eu, Ta and W, and lower contents (ratio < 0.5) of Rb and Cs. Sal also have the lowest values of Zn, Ga, middle and heavy rare earth elements (MREE and HREE), and Hf when compared with the other islands. In Sal topsoils, a REE variation associated with a significant fractionation between light REE and HREE is also found. The significant variations observed in the chemical elements contents of Sal topsoils point to a high heterogeneity of the chemical composition of the parent rock/magma, associated to a low weathering degree, leading to incipient soils in the arid climate of this island.

Keywords: Geochemistry, Cape Verde, Sal Island, Rare earth elements, Arid climate.

Características geoquímicas de los elementos de tierras raras en los sedimentos de llanura de inundación en España

Geochemical characteristics of Rare Earth Elements in floodplain sediments from Spain

Adánez Sanjuán, P.^{1*}, Llamas Borrajo, J.²,

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

² Escuela Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME)

* p.adanez@igme.es

Resumen: Se han estudiado los elementos de tierras raras (TR) en una selección de perfiles verticales de sedimentos de llanuras de inundación de dos zonas con características geoquímicas muy diferenciadas (área de Madrid y área de la Faja Pirítica Ibérica-FPI). Se han determinado los contenidos totales y en ciertas muestras se realizó una extracción secuencial de Tessier.

Se han detectado unos comportamientos muy diferentes en las diferentes cuencas, fuertemente influenciadas por las litologías fuente de sedimentos. Los contenidos en ΣTR varían ampliamente desde 902,15 mg/kg a 109,09 mg/kg. Mediante la normalización de los resultados a NASC, se han detectado anomalías negativas de Eu en todas las muestras de Madrid, además de un enriquecimiento en TRL (tierras raras ligeras). Los elementos analizados presentan una mayor concentración en la fracción residual (40-80%), con cierta presencia en las fracciones de materia orgánica y carbonatos.

Las muestras de la FPI también están enriquecidas en TRL. En los perfiles más afectados por actividad minera, los elementos se presentan casi totalmente concentrados en la fracción residual (>90%).

Palabras clave: llanuras de inundación, tierras raras, normalización NASC, extracción secuencial

Abstract: Rare Earth Elements (REE) have been studied in a selection of vertical profiles of floodplain sediments in two areas with very distinct geochemical characteristics (Area of Madrid and area of the Iberian Pyrite Belt-IPB). Total contents have been determined and some samples were subjected to a Tessier sequential extraction.

It has been detected very different behaviors and characteristics in the different basins, heavily influenced by the source lithologies of the sediments. The contents of ΣREE vary widely from 902,15 mg/kg to 109,09 mg/kg. By NASC normalization of the results Eu negative anomalies have been detected in all the samples studied in Madrid, as well as an enrichment in LREE (light REE). The analysed elements present a higher concentration in the residual fraction (40-80%), with a portion in the organic matter and carbonates fractions.

Samples in the IPB are as well enriched in LREE. Elements in the profiles which are more affected by mining activity are almost entirely concentrated in the residual fraction (>90%).

Keywords: floodplain sediments, rare earth elements, NASC normalization, sequential extraction.

Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el Holoceno a partir de contenido en alcanos del sedimento

Evolution of the Mazarrón Bay during the Holocene based on the alkane content in sediments

Ortiz, J.E.^{1*}, Sánchez-Palencia, Y.¹, Torres, T.¹, Muñoz, P.¹, Ros, M.², Navarro, F.³, Manteca, I.⁴, López-Cilla, I.⁵, Galán, L.A.⁵, Ramallo, S.², Rodríguez Estrella, T.⁴, Blázquez, A.⁶

¹ Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular. E.T.S.I. Minas y Energía de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. C/ Ríos Rosas 21. 28003-Madrid.

² Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas, Universidad de Murcia. C/ Santo Cristo, 1. 30001-Murcia.

³ Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. C/ Santo Cristo, 1. 30001-Murcia.

⁴ Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52. 30203-Cartagena.

⁵ Departamento de Infraestructura Geocientífica y Servicios, IGME. C/Ríos Rosas 23. 28003-Madrid.

⁶ Instituto Universitario de Medio Ambiente y Ciencias Marinas, Universidad Católica de Valencia. C/Guillem de Castro, 94. 46001-Valencia.

* joseeugenio.ortiz@upm.es

Resumen: Se reconstruyeron las condiciones paleoambientales de la Bahía de Mazarrón durante el Holoceno, a partir de los biomarcadores (alcanos) presentes en el sedimento. El método de racemización de aminoácidos en ostrácodos permitió determinar el inicio de la sedimentación en ca. 9000 años. La preservación de la materia orgánica es buena. A partir de los alcanos se establecieron cuatro unidades geoquímicas, predominando en dos de ellas la materia orgánica procedente de macrofitas subacuáticas (>9000 a cal BP, 6800-6200 a cal BP), mientras que en las otras dos, el aporte mayoritario fue de plantas terrestres (9000-6800 a cal. BP; 6200-1000 a cal BP), ligadas a episodios de aumento y descenso de la lámina de agua, siendo su espesor mayor en los dos primeros. Esta interpretación coincide con las características de las facies sedimentarias, correspondiendo los dos primeros a facies de lagoon sumergido y las dos últimas a condiciones de lagoon emergido.

Palabras clave: alcanos, racemización de aminoácidos, paleoambiente, Holoceno, Mazarrón.

Abstract: We reconstructed the paleoenvironmental conditions of the Mazarrón Bay during the Holocene, based on the biomarkers content. The amino acid racemization method allow to date the bottom of the record at ca. 9000 a. The preservation of organic matter is good. From the alkane content four geochemical units were established, predominating in two of them (UG-A, UG-C), the organic matter derived from aquatic macrophytes (> 9000 a cal BP, 6800-6200 cal cal), while in the other two (UG-B, UG-D), the major contribution came from terrestrial plants (9000-6800 at cal BP, 6200-1000 at cal BP), linked to the episodes of increase and decrease of the water level, respectively. This interpretation coincides with the characteristics of the sedimentary facies, corresponding UG-A and UG-C to flooded lagoon and UG-B, UG-D to an emerged lagoon.

Keywords: alkanes, amino acid racemization, palaeoenvironment, Holocene, Mazarrón.

Geoquímica de Elementos Terras Raras (ETRs) como indicadores da proveniência dos sedimentos de albufeiras dominicanas

Geochemistry of Rare Earth Elements (REE) as a fingerprint of sediment provenance in Dominican Dam Reservoirs

Fonseca, R.^{1,2*}, Araújo, J.^{1,2}, Pinho, C.^{1,2}, Nogueira, P.¹, Araújo, A.¹

¹ Universidade de Évora, Instituto de Ciências da Terra (ICT), Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências. Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora

² Laboratório AmbiTerra

*rfonseca@uevora.pt

Resumo: A composição geoquímica dos elementos terras raras (ETRs) dos sedimentos depositados em duas albufeiras dominicanas, nos solos e rochas das respectivas bacias de drenagem, foi estudada de forma a identificar as possíveis fontes dos materiais depositados. Os teores dos ERTs dos 3 componentes foram normalizados a NASC, e determinadas a razão ETRs leves/pesadas, as anomalias de Ce e Eu e parâmetros de fracionamento. Os dados apontam para uma nítida depleção de ETRs das fontes, um enriquecimento em ETR leves e em alguns elementos intermédios (Eu, Er), anomalias positivas de Eu e maioritariamente positivas de Ce, o qual representa o elemento com maior variação espacial e temporal. Os padrões de distribuição dos ETRs são notoriamente mais homogêneos nos sedimentos, revelando uma sedimentação uniforme e pouco variável entre períodos sazonais distintos, não possibilitando a definição de fontes para cada sector das albufeiras. Diagramas bi-variados entre parâmetros de fracionamento de ETRs leves-médias-pesadas onde se projectaram os dados referentes a sedimentos, solos e rochas, permitiram uma boa discriminação das principais fontes dos materiais depositados nestas albufeiras.

Palavras-chave: Análise geoquímica; Elementos terras raras; Proveniência de sedimentos; Albufeiras dominicanas

Abstract: The geochemical composition of rare earth elements (REE) in the bottom sediments from two Dominican reservoirs, in soils and rocks from respective drainage basins, was studied in order to identify the possible sources of the deposited materials. The REE contents of the 3 components were normalized to NASC, and the light/heavy REE ratio, the Ce and Eu anomalies and a few fractionation parameters were determined. The data point to a clear depletion of REE from the sources, an enrichment in light REE and in some middle elements (Eu, Er), positive anomalies of Eu and mostly positive of Ce, which represents the element with greater spatial and temporal variation, related to chemical variation of the environment. The REE distribution patterns are notoriously more homogeneous in sediments, revealing a uniform sedimentation over the reservoirs and between distinct seasonal periods, not allowing the definition of sources for each reservoir sector. Bivariate diagrams between the fractioning parameters of light-middle-heavy REE, where the data of sediments, soils and rocks were plotted, allowed a good discrimination of the main sources of the materials deposited in these reservoirs.

Keywords: Geochemical analysis; Rare earth elements; Sediments provenance; Dominican dam reservoirs

Análise de viabilidade do reaproveitamento de sedimentos dragados como fertilizantes naturais em solos agrícolas de duas barragens da República Dominicana

Feasibility analysis of the reuse of dredged sediments as natural fertilizers in agricultural soils of two Dominican Republic dams

Pinho, C.^{1,2,3*}, **Fonseca, R.**^{1,2,3}, **Araújo, A.**^{1,3}, **Araújo, J.**^{1,3}, **Nogueira, P.**^{1,3}

¹ Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geociências. Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora

² Laboratório AmbiTerra (Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, Universidade de Évora). Rua da Barba Rala, n.º1, Parque Industrial e Tecnológico de Évora, 7005-345 Évora

³ Instituto de Ciências da Terra (ICT), Polo da Universidade de Évora. Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora

* c_pinho@uevora.pt

Resumo: As barragens são algumas das infraestruturas que asseguram a produção de energia elétrica. No entanto, estas constituem barreiras artificiais, que influenciam o transporte sedimentar, aceleram a sedimentação e reduzem o seu tempo de vida útil. A dragagem sedimentar torna-se mais frequente, levantando problemas associados à sua correta deposição. Uma das opções de reutilização passa pela sua aplicação na agricultura, sendo necessária a caracterização espacial e temporal do seu teor em nutrientes. Foram analisadas em colunas sedimentares de duas albufeiras da República Dominicana (Sabana Yegua - SY e Tavera - T) os teores de P_{Total} e $P_{Ext.}$, C_{Total} e $C_{Org.}$, $K_{Ext.}$, N e S. A presença de nutrientes nos solos é essencial para a produção vegetal uma vez que são absorvidos pelas plantas, sendo essenciais para o seu ciclo vegetativo. A análise dos sedimentos revelou maior variabilidade vertical destes elementos e entre amostras, e % médias superiores em SY, comparativamente com T. Quando comparados com as % médias para solos agrícolas verificaram-se % próximas ou superiores em fases extraível, sugerindo a possibilidade da sua reutilização na agricultura.

Palavras-chave: Forma extraível, Dragagem, Nutrientes, Reutilização, Sedimentos.

Abstract: Hydroelectric dams are some of the infrastructure that ensures the production of electricity. However, these constitute artificial barriers, directly influencing sediment transport, accelerating sedimentation and reducing its useful life. Sedimentary dredging becomes more frequent, raising problems associated with its correct deposition. One of the options for sediments reutilization is its application in agriculture, being necessary the special and vertical characterization of nutrients. Thus, in sedimentary columns collected in two reservoirs from the Dominican Republic (Sabana Yegua - SY and Tavera - T) of P_{Total} and $P_{Ext.}$, C_{Total} and $C_{Org.}$, $K_{Ext.}$, N and S. Nutrients in soils are essential for plant production since they are absorbed by plants and they are essential for their vegetative cycle. The sediments analysis revealed higher vertical variability and between samples, and higher contents of nutrients in SY, compared to T. Comparing with average values for agricultural soils, sediments show higher contents in extractable phases, suggesting the possibility of their reuse in agriculture.

Keywords: Extractable form, Dredging, Nutrients, Reuse, Sediments.

Evolución de la Bahía de Mazarrón durante el MIS7 a partir de biomarcadores

Evolution of the Mazarrón Bay during MIS7 based on biomarkers

Ortiz, J.E.^{1*}, Sánchez-Palencia, Y.¹, Torres, T.¹, Muñoz, P.¹, Ros, M.², Navarro, F.³, Manteca, I.⁴, López-Cilla, I.⁵, Galán, L.A.⁵, Ramallo, S.², Rodríguez Estrella, T.⁴, Blázquez, A.⁶

¹ Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular. E.T.S.I. Minas y Energía de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. C/ Ríos Rosas 21. 28003-Madrid.

² Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas, Universidad de Murcia. C/ Santo Cristo, 1. 30001-Murcia.

³ Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. C/ Santo Cristo, 1. 30001-Murcia.

⁴ Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52. 30203-Cartagena.

⁵ Departamento de Infraestructura Geocientífica y Servicios, IGME. C/Ríos Rosas 23. 28003-Madrid.

⁶ Instituto Universitario de Medio Ambiente y Ciencias Marinas, Universidad Católica de Valencia. C/Guillem de Castro, 94. 46001-Valencia.

* joseeugenio.ortiz@upm.es

Resumen: Se reconstruyeron las condiciones paleoambientales de la Bahía de Mazarrón durante el MIS7, a partir del contenido en alcanos y ácidos alcanoicos presentes del sedimento. El método de racemización de aminoácidos en ostrácodos permitió datar los materiales del sondeo MZ-11 como pertenecientes al MIS7. Se establecieron tres unidades geoquímicas (UG): A, B y C. En la UG-A predominó el aporte algal y de macrofitas acuáticas en una llanura fangosa salina. La mayor parte del registro (UG-B) el aporte mayoritario fue de macrofitas acuáticas (lagoon inundado), aunque con episodios de emersión con mayor aporte terrestre. A techo del sondeo (UG-C) se produjo una reducción significativa de la lámina de agua, con aporte principalmente de plantas terrestres en llanura aluvial fangosa. Esta interpretación coincide con las características de las facies sedimentarias. La emersión produjo la degradación de la materia orgánica y el enriquecimiento en ácidos alcanoicos de cadena corta.

Palabras clave: biomarcadores, racemización de aminoácidos, paleoambiente, Pleistoceno, Mazarrón.

Abstract: We reconstructed the paleoenvironmental conditions of the Mazarrón Bay during the MIS7, based on the alkanes and alkanolic acids content present in the sediment. The amino acid racemization method in ostracodes allowed the dating of borehole core MZ-11 in MIS7. Three geochemical units (UG) were established: A, B and C. In the UG-A the algal and aquatic macrophyte contribution predominated in a saline muddy plain. In most of the record (UG-B) the major contribution was from aquatic macrophytes (lagoon flooded), although with episodes of emersion with greater terrestrial contribution. At the top of the record (UG-C) there was a significant reduction in the water depth, with the main input from terrestrial plants in the muddy alluvial plain. This interpretation coincides with the characteristics of the sedimentary facies. The emersion produced the degradation of the organic matter and the enrichment in short chain alkanolic acids.

Keywords: biomarkers, amino acid racemization, palaeoenvironment, Pleistocene, Mazarrón.

Geoquímica dos Processos Exógenos

Geoquímica de Procesos Exógenos

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

O papel das plantas na fixação do bromo em habitats naturais de zonas húmidas: comparando espécies nativas de sapais e turfeiras do NW de Portugal

The plant's role in bromine sequestration in natural wetlands: comparing native species from salt marshes and mires of northwestern Portugal

Moreno, F.^{1*}, Moreno, J.², Rodrigues, M.³, Gomes, A.S.³, Valente, T.^{1,3}, Guise, L.³, Vieira, C.⁴, Fatela, F.^{2,5}

¹ ICT - Instituto das Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

² IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

³ Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

⁴ Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto (MHNC-UP; /UPorto/PRISC), Praça Gomes Teixeira, 4099-002 Porto, Portugal.

⁵ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal.

* filipa_moreno@hotmail.com

Resumo: As plantas de zonas húmidas naturais, como os sapais e turfeiras atlânticas, desempenham um papel-chave no ciclo biogeoquímico global do bromo (Br), com reconhecidas implicações na destruição do ozono estratosférico.

Com este estudo, preliminar, pretende-se avaliar o potencial de fixação do Br por espécies nativas e de ampla representação em sapais – *Juncus maritimus* – e turfeiras – *Polytrichum commune* e *Sphagnum denticulatum* – do NW de Portugal. O objetivo é caracterizar os *inputs* de Br via plantas para os solos/sedimentos das respectivas zonas húmidas, onde este elemento se encontra forte e positivamente correlacionado com a fracção orgânica dos mesmos.

Os resultados mostram que as três espécies analisadas contribuem para a fixação de Br, absorvendo-o e acumulando-o em concentrações variáveis. Tal ocorre preferencialmente a partir da água (como brometo) e não do substrato onde, de acordo com os indicadores usados, o Br se encontra em formas não facilmente biodisponíveis. É ainda plausível que a baixa translocação em *J. maritimus* exprima sobretudo um processo de fitovolatilização, envolvendo a formação, e emissão para a atmosfera, de brometo de metilo (CH₃Br).

Palavras-chave: Brometo, plantas vasculares halófitas, briófitas, bromação, fitovolatilização

Abstract: Plants from natural wetlands, as salt marshes and Atlantic mires, play a key role in the global biogeochemical cycle of the halogen bromine (Br), with known consequences for stratospheric ozone depletion.

With this preliminary field study, we intend to evaluate the potential for Br retention by native and common species in salt marshes – *Juncus maritimus* – and minerogenic mires – *Polytrichum commune* and *Sphagnum denticulatum* – in the Minho region, NW Portugal. The goal is to characterize Br inputs via plants to the soils/sediments of their respective wetlands, where this element is strongly and directly correlated with the organic fraction.

The results demonstrate the uptake and bioconcentration of Br by the three analyzed species. This occurs specially from the aquatic component (as bromide) and not from the substrate where, according to the computed bioconcentration factors, Br is not in readily bioavailable forms. It is also highly plausible that the low translocation of Br in *J. maritimus* (from belowground to aerial organs) mainly indicates a phytovolatilization process, involving the formation and emission to the atmosphere of methyl bromide (CH₃Br).

Keywords: Bromide, vascular halophytes, bryophytes, bromination, phytovolatilization

Oxi-hidróxidos de hierro del Jurásico Superior-Cretácico Inferior del Prebético de Alicante: Caracterización geoquímica y mineralógica

Iron oxy-hydroxides of the Upper Jurassic-Early Cretaceous of the Prebetic of Alicante: Geochemical and mineralogical characterisation

García-del-Cura, M.A.^{1*}, Benavente, D.², Blanco-Quintero, I.F.², Ordóñez, S.²

¹ Instituto de GeoCiencias, IGEO (CSIC,UCM) . c/ José Antonio Nováis 12. 28040 Madrid

² Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.Universidad de Alicante. Campus de San Vicente del Raspeig. 03690. .Alicante

* agcura@ucm.es.

Resumen: En el Prebético de Alicante se han explotado desde la prehistoria, pequeñas masas de ocre, en diferentes ubicaciones geológicas. En ellos el mineral predominante es la goethita. Su paragénesis mineral y su composición química pueden servir para diferenciarlos, con ese fin se ha determinado su composición en elementos mayores, menores y trazas. Los resultados obtenidos tratados mediante análisis ACP de dichos elementos, ponen de manifiesto las diferencias entre los ocre estudiados de diferentes orígenes. Así se diferencian claramente los materiales correspondientes al nivel de condensación Valanginiense Superior – Barremiense inferior, hierros oolíticos ricos en P y con mayor riqueza en Ni y Cr. Las minas de la Oriolana y la Ampliación de la Oriolana se discriminan geoquímicamente de otros yacimientos de ocre (Aigües de Busot y Albir) por los altos valores de Ba, Sr, Sc, Hf e Yb, en relación con Ti, La y Ce. Las muestras de Aigües de Busot presentan diferencias significativas con los valores de las Minas Oriolana y Ampliación de Oriolana, a pesar de tener un ámbito de constitución semejante, de edad Jurásico Superior – Cretácico Inferior. Los hierros de Albir, se encuentran en bolsas de fuerte control por fallas, y presentan ciertas similitudes geoquímicas con los hierros oolíticos.

Palabras clave: ocre, oxi-hidroxidos de hierro, celestina, baritina, tierras raras.

Abstract: In the Alicante Prebetic Zone, small mining works of ochres are located in different geological environments and recovered since prehistoric times. In this paper, we characterised the mineralogical and geochemical composition of these ochres to establish their relationship with geological environments. The studied ochres are mainly composed of goethite. The principal component analysis (PCA) of the major and trace elements reveals the geological provenience and genesis of the ochres. PCA groups Upper Valanginian – Lower Barremian levels that consists of oolitic iron ores rich in P and with high Ni and Cr contents. The Oriolana and the Oriolana Expansion mines are geochemically discriminated from the other ochre ore deposits (Aigües de Busot and Albir) for the high values of Ba, Sc, Hf and Yb, concerning Ti, La and Ce. The geochemical fingerprinting of Aigües de Busot samples varies from Oriolana and Oriolana Expansion mine, although they have a similar stratigraphical position in the Upper Jurassic – Lower Cretaceous. The Albir ochres ore mass displays a fault control and has some geochemical similarities with the oolitic iron ores.

Keywords: ochres, iron oxy-hydroxides, celestine, barite, REE.

Determinação de clusters de enriquecimento/empobrecimento em solos tropicais – um caso de estudo na República Dominicana

Determination of spatial enrichment/impoverishment Clusters in Tropical soils – a Dominican Republic case study

Araújo, J.^{1*}, Albuquerque, T.², Fonseca, R.¹, Nogueira, P.¹, Pinho, C.¹, Araújo, A.¹

¹ Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologias, Departamento de Geociências. Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora

² Instituto Politécnico de Castelo Branco, CERNAS, QRural e ICT-Universidade de Évora, Av. Pedro Álvares Cabral, nº 12, 6000-084 Castelo Branco

* joanafonsecaaraujo@gmail.com

Resumo: Em cenários geoquímicos complexos multivariados torna-se fundamental a redução da dimensionalidade. No estudo apresentado a construção de mapas funcionou como uma ferramenta de visualização de padrões espaciais de teores químicos (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Ti, P, Ba, Co, Cr, Sr, V, Cu, Ni, Pb, Zn e de LOI), permitindo a identificação de áreas enriquecidas. Foram recolhidas 18 amostras de solo, em duas bacias de drenagem Dominicanas, caracterizadas por litologias de natureza ígnea ácida, intermédia, e em menor extensão, básica. Afloram também rochas de natureza detrítica, pelo que foi possível identificar assinaturas geoquímicas distintas em ambas as bacias. A Análise em Componentes Principais (ACP) foi utilizada para redução da dimensionalidade e para avaliação do grau de associação dos atributos. As variáveis selecionadas foram depois modeladas usando metodologias da geoestatística. Os três primeiros Componentes Principais foram estimados em toda a área por Krigagem Ordinária (KO). Seguiu-se a extracção de clusters de maior significância, aplicando “Local G-clustering”. Foi assim possível delimitar zonas de enriquecimento/empobrecimento.

Palavras-chave: Caracterização Geoquímica; Krigagem Ordinária; Local G-clustering; República Dominicana

Abstract: When considering complex scenarios involving several covariates, such as in environmental characterization, a clearer reality, through the dimensional reduction of data, can be achieved. Indeed, maps work as a visualization tool of contaminant spatial patterns, allowing the identification of enriched areas. Eighteen soil samples were gathered in two Dominican drainage basins, characterized by acidic, intermediate, and to a lesser extent basic lithologies. Detrital rock outcrops are also identified, which allowed the identification of distinct geochemical signatures, in both watersheds. A set, of 19 elements (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, Si, Ti, P, Ba, Co, Cr, Sr, V, Cu, Ni, Pb, Zn and LOI) was measured in the soil. Principal Components Analysis (PCA) was used for dimensionality reduction and for the evaluation of the attributes' association grade. The selected covariates underwent geostatistical modelling. Ordinary kriging and Local G clustering allowed the definition of High/Low enrichment clusters and the spatial delimitation of enrichment/impoverishment compartments.

Keywords: Geochemical Characterization; Ordinary Kriging; Local G-clustering, Dominican Republic

Precipitação de Carbonatos Autigénicos no Vulcão de Lama Serpentinizada Yinazao

Authigenic Carbonate Precipitation at the Yinazao Serpentinite Mud Volcano

Freitas, M.^{1*}, Magalhães, V.^{1,2}, Azevedo, M.R.³, Pinheiro, L.^{3,4}, Salgueiro, E.^{1,5}, Abrantes, F.^{1,5}

¹ Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Av. Doutor Alfredo Magalhães Ramalho, 6, 1495-165 Algés, Portugal

² Instituto Dom Luiz (IDL, LA), FCUL - Campo Grande Edifício C1, Piso 1, 1749-016 Lisboa, Portugal

³ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁴ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM, LA), Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁵ Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal

* mafalda.freitas@ipma.pt

Resumo: O vulcão de lama serpentinizada Yinazao, localizado no forearc das Marianas, foi amostrado durante a Expedição 366 do programa IODP (Sites U1491 e U1492). Verificou-se a presença de aragonite e calcite predominantemente nos primeiros metros do topo da coluna sedimentar, onde a oxidação e a circulação de água do mar mais se fazem sentir. Os objetivos deste trabalho são entender os processos envolvidos na formação destes carbonatos autigénicos no vulcão de lama Yinazao e inferir sobre a fonte de carbono na formação dos mesmos, comparando estes processos com os da formação dos carbonatos autigénicos nos vulcões de lama sedimentares e pockmarks do Golfo de Cádiz, cuja origem é resultante da oxidação anaeróbica de metano. No vulcão de lama serpentinizada Yinazao, os resultados indicam que a principal fonte de carbono na formação dos carbonatos é a água do mar e não o metano. A precipitação destes carbonatos autigénicos será, então, o resultado da reação entre os fluidos com influência da água do mar com os fluidos que sofreram a influência de processos de serpentinização, com elevada alcalinidade, e enriquecidos em Ca e Sr, que ascendem no vulcão de lama Yinazao.

Palavras-chave: Vulcão de Lama Serpentinizada, Carbonatos Autigénicos, Forearc das Marianas, IODP – Expedição 366

Abstract: The Yinazao serpentinite mud volcano, located at the Marianas forearc, was sampled during the IODP Exp. 366 (Sites U1491 and U1492). Authigenic aragonite and calcite were found predominantly within the top meters of the cores where both oxidation and seawater circulation in the sedimentary column are higher. The aims of this work are to understand the processes involved in the formation of these authigenic carbonates within the Yinazao serpentinite mud volcano, infer the major carbon source and compare these processes with those responsible for the precipitation of the carbonates that occur on sedimentary mud volcanoes and pockmarks at Gulf of Cadiz that are methane-derived. At the Yinazao serpentinite mud volcano, the results indicate that the major carbon source for carbonate formation is not methane, but seawater. The precipitation of these authigenic carbonates can be the result of the reaction between the seawater-sourced fluids with the serpentinization sourced fluids, highly alkaline and enriched in Ca and Sr, ascending at the Yinazao mud volcano.

Keywords: Serpentinite Mud Volcano, Authigenic Carbonates, Marianas Forearc, IODP 366 Expedition

Avaliação da perigosidade do solo urbano numa cidade pouco industrializada e de crescimento rápido (Benguela)

Assessment of urban soil hazards in a low industrialize and fast-growing city (Benguela)

Luís, A.C.M.¹, Silva, M.M.V.G.^{1, 2,*}, Carvalho, P.C.S.³, António, A.⁴

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

² CITEUC, Universidade de Coimbra, Portugal

³ MARE, Universidade de Coimbra, Portugal

⁴ Direção Provincial de Educação, Benguela, Angola

* mmvsilva@ci.uc.pt (M. Manuela Vinha G. Silva)

Resumo: O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a modificação das propriedades físico-químicas e da composição química dos solos pelos efeitos da urbanização e avaliar o potencial toxicológico no solo urbano de uma cidade em rápida expansão, mas com baixa industrialização. Houve um aumento significativo nos valores de pH, carbono orgânico (CO) e condutividade elétrica (CE) no solo urbano quando comparado aos não urbanos, sendo mais grosseiro que os outros solos. Os Factores de Enriquecimento (FE) e o índice de carga de poluição (PLI) elevados indicaram que o solo urbano da região de Benguela está extremamente a muito enriquecido em Cd, Cu, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn e Zn. O solo urbano de Benguela é poluído em Cd, Cu, Pb e Zn, mas o índice de risco (HI) para a saúde humana foi sempre <1 no solo urbano de Benguela representando um risco não-cancerígeno insignificante. O Risco de Cancro (CR), através da inalação de Cd é insignificante tanto para crianças como para adultos e o CR através de ingestão para o Pb ultrapassou o limite máximo aceitável estabelecido pela USEPA para crianças, mas o Pb é apenas considerado como potencialmente cancerígeno.

Palavras-chave: Cidades em rápida expansão, Solos, Urbanização, Contaminação, Riscos para a saúde humana.

Abstract: The present study was carried out to evaluate the modification of the physical and chemical properties and chemical composition of the soils by the effects of urbanization and to evaluate the toxicological potential in the urban soil of a fast-growing, but low industrialized city. There was a significant increase in pH, CO and EC values in urban soil when compared to non-urban ones, which is also coarser than the other soils. High enrichment factors (FE) and high pollution load index (PLI) indicate that the urban soil of the Benguela region is extremely- to highly enriched in Cd, Cu, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn and Zn. Benguela urban soil is polluted in Cd, Cu, Pb and Zn, but the Hazard index (HI) for human health has always been <1 in urban Benguela soil for Cd, Cu, Pb and Zn, representing a no cancer risk insignificant. Cancer Risk (CR) through inhalation of Cd is insignificant for both children and adults and (CR) through ingestion for Pb has exceeded the acceptable maximum limit set by the USEPA for children, but Pb is only considered as potentially carcinogenic.

Keywords: Fast-growing cities, Soils, Urbanization, Contamination, Human health risks.

Geoquímica dos Processos Endógenos

Geoquímica de Procesos Endógenos

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

Correlação petrográfica e geoquímica entre a Brecha Vulcânica da Papôa (Peniche, W Portugal) e o Arquipélago das Berlengas

Petrographic and geochemical correlation between the Papôa's Volcanic Breccia (Peniche, W Portugal) and the Berlengas Archipelago

Rosa, A.R.^{1*}, Cachapuz, P.¹, Bento dos Santos, T.^{1,2}, Solá, A.R.³, Romão, J.³, Valverde Vaquero, P.⁴, Carvalho, D.R.¹

¹ FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

² IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

³ LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2720-866 Amadora, Portugal

⁴ IGME – Instituto Geológico y Minero de España, 28003 Madrid, España

* anaritasrosa22@gmail.com

Resumo: A Brecha Vulcânica da Papôa (BVP) (Peniche, Portugal) é uma unidade vulcano-sedimentar mesozoica que inclui abundantes encraves ígneos e metamórficos do soco varisco subjacente à Bacia Lusitânica. Estes encraves correspondem maioritariamente a granitos e migmatitos afetados por intenso pirometamorfismo, os quais foram arrastados até à superfície durante as erupções explosivas de um edifício vulcânico. Apesar do seu elevado estado de alteração, muitas destas litologias preservam ainda algumas das suas características originais, sendo reconhecida a sua semelhança com as rochas que compõem o Arquipélago das Berlengas, localizado 10-15 km a oeste da costa de Peniche. Novos dados geoquímicos e de química mineral indicam agora uma relação genética entre os encraves da BVP e os migmatitos aflorantes no Complexo Anatético dos Farilhões. Tais evidências suportam a continuidade do setor das Berlengas pelo menos até à região de Peniche.

Palavras-chave: Geoquímica, pirometamorfismo, Orogenia Varisca, encraves, migmatitos.

Abstract: The Papôa's Volcanic Breccia (PVB) (Peniche, W Portugal) is a Mesozoic volcano-sedimentary unit that includes several igneous and metamorphic enclaves from the Variscan basement underlying the Lusitanian Basin. These enclaves correspond mostly to granites and migmatites affected by intense pyrometamorphism, which were dragged to the surface during the explosive eruptions of a volcanic building. Despite the strong alteration of the enclaves, they preserve several original features that are traceable to the lithologies that compose the Berlengas Archipelago, located 10-15 km offshore from the Peniche coast. New geochemical and mineral chemistry data are now more enlightening, indicating a genetic relationship between the PVB enclaves and the migmatites outcropping in the Farilhões Anatectic Complex. Such evidences strongly suggest the continuity of the Berlengas sector at least to the region of Peniche.

Keywords: Geochemistry, pyrometamorphism, Variscan Orogeny, enclaves, migmatites.

Significado geodinâmico do magmatismo máfico do Terreno Finisterra: a existência de um episódio de estiramento crustal

Geodynamic significance of the Finisterra Terrane mafic magmatism: the crustal stretching process

**Moreira, N., Noronha, F.², Pedro, J.¹, Romão, J.³, Dias, R.¹,
Sousa, M.², Ribeiro, A.⁴**

¹ Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo da Universidade de Évora; Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, nº 59, 7000-671 Évora, Portugal.

² ICT, Pólo da Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal.

³ UGCG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Estrada da Portela, Apartado 7586 - Zambujal, 2720 Alfragide, Portugal.

⁴ Instituto Dom Luiz, Dep. Geologia da Faculdade de Ciências da UL, Museu Nacional de História Natural e da Ciência (UL), Edifício C6, Piso 4, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

* nmoreira@estremoz.cienciaviva.pt

Resumo: A ocorrência de um terreno tectono-estratigráfico localizado a Oeste da Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo tem sido posto em evidência ao longo dos últimos anos. Apesar dos trabalhos realizados no denominado Terreno Finisterra, várias são as lacunas no conhecimento geológico deste Terreno, bem como na interpretação dos dados existentes à luz da proposta de um novo terreno tectono-estratigráfico, com uma evolução independente do Terreno Ibérico. No presente trabalho, aborda-se a natureza do magmatismo máfico que ocorre nas unidades tectono-estratigráficas definidas nos diferentes setores do Terreno Finisterra, nomeadamente nos sectores de Abrantes-Tomar e Porto-Espinho-Albergaria a Velha. Os dados geoquímicos mostram a presença de um conjunto de rochas ortoderivadas de natureza máfica e ultramáfica, resultantes do metamorfismo de basaltos, doleritos e peridotitos s.l., com assinaturas similares aos basaltos do tipo MORB e basaltos intraplaca. Esta assinatura geoquímica indicia a presença de um episódio de estiramento crustal activo durante a instalação destas rochas de natureza máfica e ultramáfica, de origem mantélica.

Palavras-chave: Terreno Finisterra, Magmatismo máfico, Geoquímica, Estiramento crustal

Abstract: The occurrence of a new tectono-stratigraphic terrane (*i.e.* the Finisterra Terrane), located in the westernmost domains of the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone, has been proposed in the last few years. Nevertheless, there are several gaps in the geological knowledge of this Terrane, including the interpretation of existing data in the framework of the new tectono-stratigraphic terrane proposal, with an independent evolution from the Iberian Terrane. This work is an approach to the significance of the mafic magmatism of the tectono-stratigraphic units described in the Abrantes-Tomar and Porto-Espinho-Albergaria a Velha sectors of the Finisterra Terrane. The geochemical data show the presence of mafic and ultramafic orthoderived rocks, resulting from the metamorphism of basalts, dolerites and peridotites *s.l.* Those rocks have geochemical signatures similar to MORB and intra-plate basalts. These features seem to indicate the presence of an active crustal stretching episode during the installation of these mafic and ultramafic rocks with a mantellic origin.

Keywords: Finisterra Terrane, Mafic magmatism, Geochemistry, Crustal stretching

Combining portable X-ray fluorescence and clustering methods for mineral exploration. A case study in Batigelas (Ossa-Morena Zone, Portugal)

Combinando fluorescência de raios-X portátil e métodos de clustering em prospeção mineral. Um caso de estudo em Batigelas (Zona de Ossa-Morena, Portugal)

Noqueira, P.^{1,2*}, Afonso, P.^{1,3}, Roseiro, J.², Maia, M.², São Pedro, D.², Matos, J.X.⁴, Batista, M.J.⁴

¹ Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora. Apartado 94, 7000 Évora, Portugal.

² Instituto de Ciências da Terra. Apartado 94, 7000 Évora, Portugal.

³ Departamento de Física da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora. Apartado 94, 7000 Évora, Portugal.

⁴ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Campus de Aljustrel; Bairro da Vale d'oca 14, 7601-909 Aljustrel

* pmn@uevora.pt

Resumo: Batigelas é uma ocorrência mineral no setor de Alter do Chão-Elvas, Zona de Ossa-Morena, que foi estudada pelo Serviço de Fomento Mineiro através da avaliação geoquímica de solos e geofísica terrestre. Os resultados obtidos justificaram a realização de uma sondagem carotada. Trabalhos recentes de geoquímica de solos com recurso a uma fluorescência de raios-X portátil permitiram obter novos resultados para a caracterização da região.

A aplicação de métodos de *clustering* (aglomeração hierárquica e k-média) para a análise dos dados permitiram, não só pormenorizar a anomalia inicial identificada como também identificar as unidades geológicas aflorantes na região.

Os resultados obtidos salientam a importância da aplicação desta técnica em situações de prospeção mineral.

Palavras-chave: Batigelas, Fluorescência de raios-X portátil, k-média, aglomeração hierárquica

Abstract: Batigelas is a mineral occurrence in the Alter do Chão-Elvas sector of the Ossa-Morena Zone that was investigated by the Serviço de Fomento Mineiro including soil geochemistry and terrestrial geophysics. The results obtained justified the execution of a drill hole. Recent soil geochemistry work using portable X-ray fluorescence has yielded new results for the region.

The application of clustering methods (hierarchical and k-means clustering) to the analyses allowed to detail not only the initial anomaly identified, but also to identify the outcropping of geological units in the region.

The results obtained highlight the importance of applying this technique in mineral exploration campaigns.

Keywords: Batigelas, Portable X-ray fluorescence, k-means, hierarchical clustering

Análise geoquímica preliminar das rochas metabásicas da região de Viana do Alentejo (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas

Preliminary geochemical analysis of the metabasic rocks of the Viana do Alentejo region (Ossa-Morena Zone): geodynamic implications

Cachapuz, P.^{1*}, Chichorro, M.³, Bento dos Santos, T.^{1,2}, Carvalho, D.R.¹, Solá, A.R.⁴

¹ FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Dep.de Geologia, Campo Grande, C6, 1749-016 Lisboa, Portugal

² IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal,

³ FCT-UNL - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portuga

⁴ LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2720-866 Amadora, Portugal

* pedrofilipecachapuz@hotmail.com

Resumo: O complexo vulcânico de Viana do Alentejo apresenta rochas vulcânicas félsicas e máficas, geradas no Paleozoico inferior, tendo este estudo se focado na análise geoquímica das rochas máficas. Todas as 12 rochas analisadas apresentam valores de SiO₂ entre 42 e 51 % e um carácter fortemente metaluminoso. O padrão do diagrama multi-elementar é em tudo semelhante ao padrão típico da crosta, sendo que a grande amplitude de valores da razão (La/Lu), bem como o padrão “em leque” para as LREE, sugere diferentes graus de contaminação crustal na génese destas rochas. Por sua vez, nos diagramas geotectónicos verifica-se que as amostras máficas analisadas formam uma sequência transicional entre um ambiente intra-placa (WPT) e um ambiente oceânico (OIT), evidenciando diferentes graus de enriquecimento em Th, Ti e P₂O₅.

Assim sendo pode-se afirmar que os dados geoquímicos obtidos nas rochas máficas deste complexo e a sua relação litosestratigráfica com magmatismo félsico e carbonatos evidenciam que tais rochas se terão gerado durante um episódio de rifting.

Palavras-chave: Ossa-Morena, rochas máficas, geoquímica, rifting.

Abstract: The Lower Paleozoic volcanic-sedimentary complex of Viana do Alentejo comprises a succession of mafic and felsic volcanic rocks, associated with clastic and carbonate sedimentary sequences, variably deformed and metamorphosed during variscan orogeny. In this study we will focus on the geochemical analysis of the metabasites. All 12 samples analyzed present SiO₂ values between 42 and 51 wt% and a strongly metaluminous character. The pattern of the multi-element diagram is similar to the typical pattern of the crust, with large range of values of (La / Lu), as well as the “fan like” pattern for the LREE, suggesting different degrees of crustal contamination. In the geotectonic diagrams, the analysed mafic samples form a transitional sequence between a within-plate environment (WPT) and an oceanic environment (OIT), showing different degrees of enrichment in components such as Th, Ti and P₂O₅. The geochemical data and related lithostratigraphy (bimodal magmatism and carbonates) evidences that the protholiths of the metabasites were generated during Rift Stage.

Keywords: Ossa-Morena, mafic rocks, geochemistry, rifting.

Idades U-Pb em rochas vulcano-sedimentares da Zona Sul Portuguesa: resultados preliminares do Projeto GEO-FPI

U-Pb ages of South Portuguese Volcano Sedimentary rocks: preliminary results of GEO-FPI project

Solá, A.R.^{1*}, Albardeiro, L.², Salgueiro, R.¹, Morais, I.², Díez-Montes, A.³, Matos, J.X.²

¹ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Ap. 7586, 2721-866 Amadora, Portugal

² Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Ap. 14, 7600-909 Aljustrel, Portugal

³ Instituto Geológico y Minero de España, Plaza de la Constitución, 1, 3ª Planta 37001-Salamanca

* rita.sola@lneg.pt

Resumo: No âmbito do Projeto GEO-FPI foram efetuadas datações U-Pb em zircão de 16 amostras de rochas vulcano-sedimentares, incluídas nas formações do Grupo do Pulo do Lobo, da Faixa Piritosa Ibérica (FPI) e do Grupo do Flysch. Os sedimentos vulcanogénicos de Alcoutim evidenciam idade 326.2 ± 4.1 Ma (Serpukhoviano), uma das mais recentes da FPI, sugerindo possível génese síncrona do CVS superior e das formações Flysch de Mértola e Mira que se lhe sobrepõem. No Antiforma do Pomarão os 3 episódios vulcânicos conhecidos variam de 356.8 ± 2 Ma (Fm. Cerqueirinha) a 342.4 ± 1.6 Ma (Fm. Touril) e 330.6 ± 1.9 Ma (Fm. Águia). Em S. Domingos (Tapada Grande) foram obtidas idades correlacionáveis com o segundo episódio vulcânico do Pomarão. Nas janelas Paleozoicas do sector NW da FPI ocorrem rochas vulcânicas de dois grupos de idades: ca. 350 Ma (Serrinha, Mte. Ferrenho, Pedrogão) e ca. 340 Ma (Valverde, Cordoeira). Outro grupo de amostras apresenta idades Tournaisiano a Viseano: ca. 356 Ma (eixo Rosário/Neves-Corvo) e ca. 347 Ma (Chança e Fm. Gafo). Diques félsicos na Fm. Pulo do Lobo têm idades correlacionáveis com o CVS superior (ca. 330 Ma). Os diques félsicos na Fm. de Mértola são os vulcanitos mais recentes (ca. 320 Ma).

Palavras-chave: Zona Sul Portuguesa, Faixa Piritosa Ibérica, idades U-Pb

Abstract: U/Pb zircon geochronology of 16 volcano-sedimentary rock samples included in Pulo do Lobo Group, Iberian Pyrite Belt (IPB) and Flysch Group was carried out within GEO-FPI project. The Alcoutim volcanogenic sediments yields 326.2 ± 4.1 Ma (Serpukhovian), one of the youngest ages gathered in IPB, suggesting probable synchronous genesis of upper VSC and the above Mértola and Mira flysch formations. At Pomarão Antiform the three volcanic episodes range from 356.8 ± 2 Ma (Cerqueirinha Fm.) to 342.4 ± 1.6 Ma (Touril Fm.) and 330.6 ± 1.9 Ma (Águia Fm.). For S. Domingos (Tapada Grande) the obtained ages can be correlated with the second Pomarão volcanic episode. Within the Paleozoic basement windows in NW IPB sector two age groups were obtained: ca. 350 Ma (Serrinha, Mte. Ferrenho, Pedrogão) and ca. 340 Ma (Valverde, Cordoeira). Another group of samples yields Tournaisian to Visean ages: ca. 356 Ma (Rosário/Neves-Corvo volcanic axis) and ca. 347 Ma (Chança and Gafo Fm.). Pulo do Lobo felsic dykes have similar ages of upper VSC (ca. 330 Ma). Mértola Fm. felsic dykes are the most recent volcanic rocks (ca. 320 Ma).

Keywords: South Portuguese Zone, Iberian Pyrite Belt, U-Pb ages

Caracterização metamórfica do Grupo Pitangui, *Greenstone Belt* Rio das Velhas, NW do Quadrilátero Ferrífero, Brasil

Metamorphic characterization of the Pitangui Group, Greenstone Belt Rio das Velhas, NW of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil

Paula, D.^{1*}, Medeiros-Junior, E.B.¹, Marinho, M.², Magalhães, J.²

¹ Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro s/n, Bauxita, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil – Cep 35.400-000

² Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Av. Brasil, 1731 - Funcionários, Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil – Cep 30.140-002

* daiane.paula1@aluno.ufop.edu.br

Resumo: As rochas metamáficas da região do Sinclínório Pitangui estão inseridas na porção noroeste da Província Metalogenética do Quadrilátero Ferrífero, porção meridional do cráton São Francisco. Os litotipos estudados no presente trabalho pertencem ao Grupo Pitangui, unidade basal do Supergrupo Rio das Velhas, uma sequência do tipo *greenstone* de idade Meso- a Neoarqueana. Os trabalhos atuais associam as rochas do Grupo Pitangui a condições metamórficas regionais na fácies anfibolito, distoante das condições metamórficas de fácies xisto verde presentes na região central da província. O objetivo desse trabalho é contribuir para compreensão do contexto metamórfico utilizando-se estudos petrográficos, microestruturais e confecção de uma pseudosseção. Os estudos basearam-se em análises de química mineral e de rocha total. Mediante o exposto, sugere-se que a região possui registro de metamorfismo de fácies xisto verde ($T = 495\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P = 3,3\text{ kbar}$), com pico metamórfico na fácies anfibolito inferior ($T = 547\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P = 3,4\text{ kbar}$). A trajetória metamórfica progressiva das metamáficas é caracterizada por aumento de temperatura com pressão constante.

Palavras-chave: Metamorfismo, Quadrilátero Ferrífero, *Greenstone Belt*, Química mineral, Pseudosseção.

Abstract: This work presents the results of a petrological study on metamafic rocks from Pitangui sinclinorium, located in the northwestern portion of the Quadrilátero Ferrífero Metallogenic Province at the Southern of São Francisco craton. The studied lithotypes belong to Pitangui Group, a basal unit of the Rio das Velhas Supergroup, a Meso- to Neoarchean *greenstone belt* sequence. Recent investigations associate regional amphibolite facies metamorphic conditions to Pitangui Group rocks, which contrasts with the prevalent greenschist facies present in the central region of the province. The main objective of this work is to contribute to understand this metamorphic context using petrographic, microstructural and pseudosection studies, based on mineral chemistry and whole-rock analyses. Through the above, it is suggested that the region underwent a progressive metamorphic history from greenschist facies ($T=495^{\circ}\text{C}$ e $P=3,3\text{ kbar}$) and reaching an lower amphibolite metamorphic peak ($T=547^{\circ}\text{C}$ e $P=3,4\text{ kbar}$). The process was marked by an increase in temperature at constant pressure.

Keywords: Metamorphism, Quadrilátero Ferrífero, *Greenstone Belt*, Mineral chemistry, Pseudosection.

Constrangimentos de idades U-Pb em zircão e apatite na exumação de granitos e migmatitos da crosta média durante a orogénese: um caso da Zona Centro Ibérica

Zircon and apatite U-Pb age constraints on the exhumation of middle crust granites and migmatites during orogenesis: a case from the Central Iberian Zone

Ferreira, J.A.¹, Bento dos Santos, T.^{1*}, Pereira, I.², Mata, J.¹

¹IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

²School of Earth and Environmental Sciences, University of Portsmouth, Building Burnaby Rd Portsmouth PO1 3QL, UK

*tmsantos@fc.ul.pt

Resumo: As zonas internas do Orógeno Varisco são caracterizadas pela ocorrência de complexos anatéticos meso-crustais (incluem migmatitos associados a grandes volumes de magmas graníticos) exumados durante a fase colisional (s.l.). O Complexo Anatético de Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrals é um exemplo de um complexo granito-migmatítico, localizado na Cadeia Varisca Ibérica, no autóctone da Zona Centro Ibérica e é o objecto de estudo deste trabalho. Este complexo anatético é limitado por duas zonas de cisalhamento de cinemática esquerda: zona de cisalhamento Huebra e Juzbado-Penalva do Castelo. Novas idades U-Pb em zircão e apatite permitiram-nos determinar idades de cristalização para os granitos, a idade do pico metamórfico para o complexo anatético, e estimar as condições de exumação do mesmo. As idades de cristalização para os granitos sin-tectónicos variam entre 313-317 Ma, enquanto um granito tardi-tectónico tem uma idade de 300 Ma. A idade de pico metamórfico obtida para o complexo é de 316 Ma. Relativamente às condições de exumação, as taxas de arrefecimento variaram entre 13 e 72 °C/Ma, o que implica uma exumação rápida (0.3 a 1.7 mm.a⁻¹) e um deslocamento vertical de 8 a 12 km, compatível com exumação assistida pela tectónica.

Palavras-chave: exumação, zircão, apatite, migmatitos, granitos

Abstract: The internal zones of the Variscan Orogen are characterised by exhumed anatectic complexes composed by mid-crustal migmatites associated to huge volumes of granitic magmas. The Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrals Anatectic Complex is an example of a granite-migmatite complex, located in the Iberian Variscan Belt within the autochthonous terrains of the Central Iberian Zone and it is the case study of this work. This anatectic complex is limited by two sinistral shear zones: Huebra and Juzbado-Penalva do Castelo shear zones. New U-Pb zircon and apatite ages allowed us to obtain crystallization ages for the granites, a peak metamorphic age for the anatectic complex, and to estimate the exhumation conditions of the complex. The zircon crystallization ages mostly cluster around 313-317 Ma for the syn-tectonic granites, whereas the dated late-tectonic granite provided an age of 300 Ma. The obtained metamorphic peak age is 316 Ma. Regarding the exhumation conditions, the cooling rates ranged from 13 to 72 °C/Ma, implying fast exhumation (0.3 to 1.7 mm.a⁻¹) and a vertical displacement of ca. 8 to 12 km, which is compatible with a tectonically-assisted exhumation.

Keywords: exhumation, zircon, apatite, migmatites, granites

Idades U-Pb SHRIMP e padrões de Terras Raras em zircão de um leucogranito anatóctico do Complexo Migmatítico de Bemposta (Zona Centro Ibérica)

SHRIMP U-Pb ages and REE patterns in zircon from an anatectic leucogranite of the Bemposta Migmatitic Complex (Central Iberian Zone)

Martins, F.^{1,2*}, Azevedo, M.R.¹, Valle Aguado, B.¹, Gomes, M.E.³, Tassinari, C.⁴, Nogueira Neto, J.A.²

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências; Unidade de Investigação GeoBioTec (UID/GEO/04035/2019), Campus Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

² Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 912, 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil

³ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Geologia, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal, CEMMPRE (UID/EMS/00285/2019)

⁴ Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, 05508-900 São Paulo, SP, Brasil

* fabioamartins@ua.pt

Resumo: O Complexo Migmatítico de Bemposta (CMB), exposto no sector nordeste da Zona Centro-Ibérica é composto por metassedimentos do Ediacariano-Câmbrico e ortognaisses glandulares mostrando um bandado migmatítico estromático bem marcado, intruídos por vários corpos de leucogranitos anatócticos. Os dados estruturais e petrográficos revelam que as rochas do CMB sofreram metamorfismo regional do tipo Barroviano durante a primeira fase de deformação varisca (D₁), foram afectadas por descompressão a alta temperatura num episódio extensional subsequente (D₂) e terminaram a sua evolução, seguindo uma trajectória de arrefecimento, durante a tectónica transcorrente (D₃). No final da D₁, início da D₂, as rochas metamórficas de Bemposta terão atingido as condições de fusão parcial através da reacção de desidratação da moscovite (topo da fácies anfíbolítica) e deram origem a quantidades significativas de “melts” graníticos peraluminosos. Com o arrefecimento (nos estádios finais da D₂), ocorreu a cristalização dos leucossomas e dos corpos graníticos sin-D₂.

O leucogranito de Faia d'Água Alta ocorre no CMB como uma intrusão sub-horizontal tabular, concordante com o bandado estromático S₂ dos metatexitos encaixantes. A idade de cristalização (324 ± 3 Ma), obtida por SHRIMP em zircões deste granito fornece uma boa estimativa para a idade do evento anatóctico sin-D₂.

Palavras-chave: Complexo Migmatítico de Bemposta, leucogranito sin-D₂ de Faia d'Água Alta, idades U-Pb por SHRIMP.

Abstract: The Bemposta Variscan high-grade metamorphic complex (BMC), exposed in the northeastern sector of the Central Iberian Zone, consists of migmatitic metasediments and orthogneisses, intruded by several bodies of anatectic leucogranites. Structural and petrographical evidence reveal that the host metasedimentary and metaigneous rocks experienced an early Barrovian-type metamorphism coeval with contractional deformation (D₁), followed by nearly isothermal decompression at high temperature related to an extensional episode (D₂) and subsequent cooling during late Variscan transcurrent shearing (D₃). By the end of D₁ beginning of D₂, the BMC metamorphic rocks reached upper-amphibolite facies conditions and anatexis via muscovite dehydration melting, leading to the generation of significant amounts of peraluminous granite melts. Cooling from peak metamorphic conditions to the granite solidus started at the final stages of D₂ and resulted in the crystallization of leucosomes and syn-D₂ plutons.

The Faia d'Água Alta leucogranite occurs in the BMC as a sub-horizontal tabular body, emplaced concordantly with the S₂ stromatic layering of the host metasedimentary-derived metatexites. Therefore, the U-Pb crystallization age obtained by SHRIMP in zircon grains from this leucogranite (324 ± 3 Ma) provides a good estimate for the age of the D₂-anatectic event.

Keywords: Bemposta Migmatitic Complex, Faia d'Água Alta syn-D₂ leucogranite, SHRIMP U-Pb zircon ages

As rochas metabásicas de Montebelo como evidências geoquímicas para o início de rifting Varisco na Zona Centro-Ibérica

The Montebelo metabasic rocks as geochemical evidences for the onset of the Variscan rifting in the Central-Iberian Zone

Cotrim, B.^{1*}, Bento dos Santos, T.¹, Mata, J.¹, Benoit, M.², Jesus, A.P.¹

¹ IDL – Instituto Dom Luiz / Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal. FCUL - Campo Grande Edifício C1, Piso 1 1749-016 Lisboa

² GET – Géosciences Environnement Toulouse, OMP – Observatoire Midi Pyrénées, Université Paul Sabatier. 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, França

* beatriz_cotrim_@hotmail.com

Resumo: Na região de Montebelo (Viseu) afloram anfibolitos e metagabros espacialmente associados ao Super Grupo Dúrico – Beirão, posicionados a sul da Faixa Metamórfica Porto-Viseu, considerada como limite provável entre o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras. Este contexto geodinâmico é peculiar, necessitando de uma melhor compreensão que pode ser obtida através de um estudo petrológico, geoquímico e isotópico destas litologias.

A geoquímica de rocha total revela que os metagabros e os anfibolitos não são cogenéticos, embora ambos pertençam à série toleítica e estão associados a ambientes tectónicos extensivos. Os anfibolitos apresentam uma assinatura geoquímica MORB-E e os metagabros MORB-N. A geologia isotópica reforça esta ideia, pois os anfibolitos apresentam ϵNd_i entre +4.6 e +6.2 e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ entre 0.7052 e 0.7065 enquanto os metagabros apresentam ϵNd_i entre +5.8 e +7.7 e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ entre 0.7040 e 0.7051. Estes dados implicam baixos graus de contaminação crustal com geração em ambiente distensivo e intrusão em crosta continental adelgada na zona axial da Zona Centro-Ibérica.

Verifica-se assim que estas rochas metabásicas são o reflexo dos estágios de *rifting* que, pelo seu posicionamento paleogeográfico, são um importante marcador da separação entre a Bacia do Douro e das Beiras. Neste contexto, os metagabros representam uma fase de *rifting* mais avançada que os anfibolitos.

Palavras-chave: Maciço Varisco Ibérico, rifting, MORB, geoquímica

Abstract: In the region of Montebelo (Viseu) amphibolites and metagabbros outcrop spacially associated to the Beiras – Douro Supergroup, positioned south of the Porto – Viseu Metamorphic Belt, considered the likely limit between Douro's Group and Beira's Group. This geodynamical context is peculiar and warrants a further investigation which was obtained by a petrological, geochemical and isotopic study of these lithologies.

The whole rock geochemistry shows that the metagabbros and the amphibolites are not cogenetic, although both belong to the tholeiitic series and are associated to extensional environments. The amphibolites present an E-MORB geochemical signature and metagabbros show a N-MORB signature. The isotopic geochemistry reinforces this idea: the amphibolites have ϵNd_i between +4.6 and +6.2 and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ between 0.7052 and 0.7065 while the metagabbros show ϵNd_i between +5.8 and +7.7 and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ between 0.7040 and 0.7051. These data imply low degrees of crustal contamination generated in an extensional environment and intrusion on thinned continental crust on the axial zone of the Central-Iberian Zone.

We propose that these metabasic rocks were formed during the rifting stages and, due to its paleogeographic setting, might delimit the separation of Douro and Beiras' Basins. In this context, the metagabbros would represent an advanced rifting stage compared to the amphibolites.

Keywords: Iberian Variscan Massif, rifting, MORB, geochemistry

Comparação entre as idades U-Pb dos zircões detríticos do Supergrupo Douro-Beiras e do Complexo Anatéctico de Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrales (Zona Centro Ibérica, Portugal): implicações geodinâmicas

Comparison between the U-Pb detrital zircon ages of the Douro-Beiras Supergroup and the Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrales Anatectic Complex (Central Iberian Zone, Portugal): geodynamic implications

Ferreira, J.A.¹, Bento dos Santos, T.^{1*}, Pereira, I.², Mata, J.¹

¹IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

²School of Earth and Environmental Sciences, University of Portsmouth, Building Burnaby Rd Portsmouth PO1 3QL, UK

* tmsantos@fc.ul.pt

Resumo: A geocronologia de zircões detríticos é uma importante fonte de informação na caracterização de fontes sedimentares e em estudos geodinâmicos. O Complexo Anatéctico de Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrales é composto por migmatitos associados a granitos sintectónicos. Este complexo contacta a Norte e a Sul com unidades de baixo-grau metamórfico de idade Ediacariano-Câmbrico pertencentes ao Supergrupo Douro-Beiras. O contacto entre o complexo anatéctico e as unidades do Supergrupo Douro-Beiras é marcado pelas zonas de cisalhamento do Huebra e de Juzbado-Penalva do Castelo. As distribuições de idades U-Pb dos zircões detríticos do complexo anatéctico e do Supergrupo Douro-Beiras revelam uma importante contribuição detrítica de idade Cadomiana com menor contributo do Neo-Mesoproterozóico ao Arcaico (até 3.5 Ga). As rochas anatécticas pertencentes ao complexo exibem uma distribuição de idades herdadas em zircão semelhante à distribuição observada para o domínio Norte do Supergrupo Douro-Beiras. Os domínios Norte e Sul do Supergrupo Douro-Beiras exibem diferentes padrões de distribuição das idades dos zircões detríticos o que implica que o complexo anatéctico e as suas zonas de cisalhamento estão atualmente posicionadas no limite de separação entre as duas bacias do Neoproterozóico/Câmbrico que constituem o Supergrupo Douro-Beiras, a bacia do Douro e das Beiras.

Palavras-chave: zircões detríticos, idades U-Pb, Supergrupo Douro-Beiras, reconstituição paleogeográfica, evolução geodinâmica

Abstract: Geochronology of detrital zircon grains is an important tool in the characterization of sediment sources and geodynamic studies. The Figueira de Castelo Rodrigo – Lumbrales Anatectic Complex is composed of migmatites closely associated to syn-tectonic granites. This complex contacts to the North and South with the Ediacaran-Cambrian low-grade metamorphic units of the Douro-Beiras Supergroup. The contact between the anatectic complex and the Douro-Beiras Supergroup units is delimited by the Huebra and the Juzbado-Penalva do Castelo shear zones. The U-Pb detrital zircon age distributions of the anatectic complex and the Douro-Beiras Supergroup reveal an important Cadomian age with minor Neo-Mesoproterozoic to Archaean (up to 3.5 Ga) contributions. The anatectic rocks of the complex exhibit an inherited zircon age distribution that more closely resembles the Northern domain of the Douro-Beiras Supergroup. The North and South domains of the Douro-Beiras Supergroup exhibit significantly distinct detrital zircon age distribution patterns which implies that the anatectic complex and its delimiting shear zones are currently positioned in the separation limit between the two Neoproterozoic/Cambrian basins that comprise the Douro-Beiras Supergroup, the Douro and Beiras basins.

Keywords: detrital zircon, U-Pb ages, Douro-Beiras Supergroup, paleogeographic reconstitution, geodynamic evolution

Geoquímica de uma rocha bandada associada ao aplito e ao microgranito da Argemela (Centro de Portugal)

Geochemistry of a banded rock associated with the microgranite and aplite from Argemela (central Portugal)

Lima, L.^{1,2*}, Noronha, F.²

¹ Departamento de Geologia Ambiente e Ordenamento do Território- FCUP, Rua do Campo Alegre, 4169-007

² Instituto das Ciências da Terra- Pólo Porto Rua do Campo Alegre, 4169-007

* luis.lima@fc.up.pt

Resumo: O microgranito da Argemela ocorre como uma pequena intrusão porfirítica com mineralogia e composição química semelhantes às de um pegmatito litinífero. A exploração da intrusão revelou uma fácies, distinta do microgranito, com uma textura aplítica. No interior do aplito foi possível observar bolsadas de uma rocha constituída por bandas alternadas de cor cinzenta e branca. Neste trabalho propomos um mecanismo para a formação desta fácies específica no contexto do sistema magmático responsável pelo microgranito. A análise petrográfica mostra que as bandas cinzentas são compostas por quartzo e as brancas por feldspato potássico, albite e moscovite. Geoquimicamente a rocha bandada caracteriza-se por um alto teor em Al_2O_3 (19.89%), Na_2O (5.42%), K_2O (4.15%), F (0.34%), P_2O_5 (1.76%), Li (2200 ppm), Rb (1750ppm), Be (124ppm) e Sn (137 ppm) e um baixo teor em $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{T}$ (0.58%). A formação das bolsadas pode ter sido provocada por um gradiente térmico que implicou uma difusão elementar. A diferença de densidades dos componentes magmáticos e a ocorrência de correntes convectivas provocam a organização em bandas com diferentes composições.

Palavras-chave: microgranito da Argemela, rocha bandada, aplito, fácies litológicas,

Abstract: The Argemela microgranite occurs has a porphyritic small intrusion with mineral and chemical composition similar to a litiniferous pegmatite. The exploitation of this intrusion revealed an distinct facies of this microgranite with an aplitic texture. In the interior of the aplite is possible to observe some pockets of a banded rock constituted by the alternation of gray and white layers. This work tries to propose a mechanism for the genesis of this specific facies in the context of the magmatic system responsible by the microgranite. The petrographic analysis shows that the gray layers are constituted by quartz and the white layers by K-feldspar, albite and muscovite. Geochemically the banded rock is enriched in Al_2O_3 (19.89%), Na_2O (5.42%), K_2O (4.15%), F (0.34%), P_2O_5 (1.76%), Li (2200 ppm), Rb (1750ppm), Be (124ppm) and Sn (137 ppm) and by a low grade in Fe_2O_3 (T) (0.58%). The formation of the pockets may have been caused by a thermal gradient involving elementary diffusion. The density difference of the magmatic components and the occurrence of convective currents induce a layered organization with different compositions.

Keywords: Argemela microgranite, aplite, layered rock, lithological facies

Geoquímica de rocha total dos pórfiros graníticos de Vila Pouca de Aguiar (norte de Portugal), integrada com análise petrográfica e microanálise de raios-X

Whole-rock geochemistry of the Vila Pouca de Aguiar granitic porphyries (northern Portugal), integrated with petrographic and SEM-EDS analysis

Oliveira, A.^{1,2*}, Martins, H.C.B.^{1,2}, Sant'Ovaia, H.^{1,2}

¹ Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, DGAOT, Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007 Porto, Portugal

² Instituto de Ciências da Terra, Polo do Porto, Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007 Porto, Portugal

* up201107754@fc.up.pt

Resumo: Em Vila Pouca de Aguiar existem dois pórfiros de composição granítica/riolítica os quais intruem o granito biotítico, pós-tectónico de VPA. Ambos apresentam orientação aproximada N-S, sendo designados pórfiros de Loivos e de Póvoa de Agrações.

Os pórfiros de VPA exibem textura porfírica com matriz microcristalina. A sua paragénes mineral é composta por quartzo + feldspato potássico + plagioclase + moscovite (sericite) + biotite + máficos + apatite ± clorite ± zircão ± monazite ± alanite ± opacos. No entanto, com recurso a SEM-EDS, foi possível identificar minerais raros de provável origem hidrotermal, nomeadamente fosfatos de Fe, Al e Mn (childrenite + scorzalite??), e fosfatos de Na, Mn e Fe (gayite??).

A análise geoquímica de rocha total revelou teores mais elevados em SiO₂, Fe₂O_{3t}, MgO, K₂O, e TiO₂ em Loivos, e teores mais altos em Al₂O₃, Na₂O, P₂O₅, e MnO em Póvoa de Agrações. Ambos apresentam um cariz peraluminoso altamente félsico, uma composição típica de um contexto pós-orogénico, e enriquecimento em Be, Rb, Sn, Cs, Nb, Ta e W. Os espetros de ETR são paralelos, com um perfil de fracionamento geral fraco e com forte anomalia negativa em Eu. Os diagramas multielementares evidenciam também perfis paralelos, anomalias positivas em elementos HFS, e anomalias negativas em LILE.

Palavras-chave: pórfiros graníticos, Vila Pouca de Aguiar, geoquímica de rocha total, alteração hidrotermal.

Abstract: In Vila Pouca de Aguiar there are two porphyries of granitic/rhyolitic composition that intrude the biotite-rich, post-tectonic, VPA granite. Both are N-S trending, being designated Loivos and Póvoa de Agrações porphyries.

The VPA porphyries exhibit porphyritic texture and microcrystalline groundmass. Their characteristic mineral assemblage is composed of quartz + K-feldspar + plagioclase + muscovite (sericite) + biotite + mafic minerals + apatite ± chlorite ± zircon ± monazite ± allanite ± opaque minerals. However, through SEM-EDS, some rare minerals of probable hydrothermal origin have been identified, namely Fe, Al and Mn phosphates (childrenite + scorzalite??), and Na, Mn and Fe phosphates (gayite??).

Whole-rock geochemistry analysis revealed higher SiO₂, Fe₂O_{3t}, MgO, K₂O, and TiO₂ contents in Loivos, and higher Al₂O₃, Na₂O, P₂O₅, and MnO contents in Póvoa de Agrações. Both porphyries present a highly felsic peraluminous nature, a chemistry typical of a post-orogenic setting, and enrichment in Be, Rb, Sn, Cs, Nb, Ta and W. REE spectra are parallel, with general weak fractionation, and pronounced negative Eu anomalies. Multielemental diagrams are also parallel, showing positive anomalies in HFS elements, and negative anomalies in LILE.

Keywords: granitic porphyries, Vila Pouca de Aguiar, whole-rock geochemistry, hydrothermal alteration.

Evidência para a existência de distintas fontes mantélicas alimentando o magmatismo recente (< 5 Ma) da Crista Madeira-Tore

Evidence for variable mantle sources feeding the young (< 5 Ma) magmatism at Madeira-Tore Rise

Rosa, A.R.^{1*}, Pinto Ribeiro, L.^{2,3}, Mata, J.^{1,4}

¹ FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

² EMEPC – Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental, 2770-047 Paço de Arcos, Portugal

³ GeoBioTec Research Center, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁴ IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

* anaritasrosa22@gmail.com

Resumo: A Crista Madeira-Tore (CMT) constitui um dos principais elementos morfológicos da bacia do Atlântico Norte, tratando-se de uma importante cadeia de montes submarinos que se estende por cerca de 1000 km na direção NNE-SSW, entre o Complexo de Tore, ao largo de Portugal Continental, e a latitude da ilha da Madeira. Este extenso alinhamento vulcânico terá sido formado durante o Cretácico, registando atividade magmática até há cerca de 0.5 Ma. Desde 2001, várias campanhas oceanográficas têm vindo a amostrar os montes submarinos da CMT. Entre estas inclui-se a campanha EMEPC\PEPC\Luso\2012 com o ROV Luso, durante a qual foram amostrados os montes submarinos Rugoso, Jo Cousin e Pico Pia, localizados sobre o alinhamento principal da CMT. A análise geoquímica dos elementos maiores e traço e de isótopos de Sr e Nd das amostras colhidas permite agora reconhecer novas evidências para a existência de fontes mantélicas com composição distinta alimentando o magmatismo da CMT, mesmo quando considerado o magmatismo com < 5 Ma, ocorrente em áreas restritas. Este estudo contribui para o avanço do conhecimento acerca da variabilidade das fontes mantélicas e dos processos de magmatogénese responsáveis pela origem desta estrutura.

Palavras-chave: Crista Madeira-Tore, montes submarinos, Oceano Atlântico, Geoquímica de elementos maiores e traço, Isótopos de Sr e Nd.

Abstract: Madeira-Tore Rise (MTR) is one of the most prominent structures occurring in the North Atlantic's basin, corresponding to an important seamount chain that extends for about 1000 km along a NNE-SSW direction, between the Tore Complex, on the off-shore of Portugal mainland, and the vicinity of Madeira Island. This large volcanic alignment was initially formed during the Cretaceous, recording magmatic up to 0.5 Ma. Since 2001, several research campaigns sampled the seamounts along the MTR. These included the EMEPC\PEPC\Luso\2012 campaign with ROV Luso, during which sampling was carried out in Rugoso, Jo Cousin and Pico Pia seamounts, which grew on the top of MTR. Major and trace element geochemistry coupled with Sr and Nd isotopic data obtained in these samples emphasise the existence of distinct mantle sources compositions feeding the MTR magmatism, even when considering magmatism with less than 5 Ma, erupted in small areas. This study contributes to the understanding of the mantle source variability and magmatogenesis processes responsible for the origin of this structure.

Keywords: Madeira-Tore Rise, seamounts, Atlantic Ocean, Major and minor element geochemistry, Sr and Nd isotopes.

Geoquímica dos Processos Endógenos

Geoquímica de Procesos Endógenos

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Novos dados geoquímicos e isotópicos (Sr-Nd) para o plutonito do Caramulo (Zona Centro-Ibérica)

New geochemical and Sr-Nd isotopic data for the Caramulo pluton (Central Iberian Zone)

Portela, L.¹, Azevedo, M.R.¹, Ribeiro, S.¹, Medina, J.¹, Teixeira, T.¹

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências; Unidade de Investigação GeoBioTec (UID/GEO/04035/2019), 3810-193 Aveiro, Portugal

* luispedroportela@ua.pt

Resumo: O plutonito do Caramulo é uma intrusão Varisca sintectónica, implantada em metassedimentos do Ediacariano-Câmbrico Inferior do Complexo Xisto-Grauváquico (Zona Centro-Ibérica) durante o último evento de deformação dúctil (D3). À escala do mapa, apresenta uma estrutura zonada, definida pela ocorrência de quatro fácies distintas de leucogranitos moscovítico-biotíticos (Caramulo, Paredes, Almijofa e M. Alcoba). A isócrona Rb-Sr (rocha-total) obtida neste estudo (311 ± 8 Ma) leva a supor que a idade de intrusão do plutonito poderá ser mais recente do que previamente proposto (326 ± 17 Ma). Os dados de geoquímica de elementos maiores e traço e as assinaturas isotópicas Sr-Nd das quatro unidades graníticas ($A/CNK > 1.1$; altos conteúdos em SiO_2 , baixos teores em CaO, MgO, Ba e Sr, $87Sr/86Sr > 0.710$, $\epsilon Nd_{310} = -3.4$ a -5.1 ; TDM = 1.1 – 1.2 Ga) apoiam um envolvimento importante de fontes crustais metassedimentares na sua génese (filiação de tipo-S). Para além disso, o facto de existir um elevado grau de sobreposição entre as assinaturas isotópicas de Nd e as idades modelo TDM destas rochas e as apresentadas pelos materiais encaixantes ($\epsilon Nd_i = -4.1$ a -4.5 ; TDM = 1.2 – 1.4 Ga) sugere uma proveniência a partir de protólitos com composições semelhantes às do Complexo Xisto-Grauváquico.

Palavras-chave: Plutonito do Caramulo, isócrona Rb-Sr (rocha-total), granitos de tipo-S, assinaturas isotópicas Sr-Nd.

Abstract: The Caramulo pluton is a Variscan syntectonic intrusion, emplaced into metasediments of Ediacaran–Early Cambrian age of the Schist and Greywacke Complex (Central Iberian Zone), during the last Variscan ductile tectonic event (D3). At map scale, it shows a zonal pattern defined by the occurrence of four distinct facies of muscovite-biotite leucogranites (Caramulo, Paredes, Almijofa e M. Alcoba). The whole-rock Rb-Sr isochron obtained in this study suggests that the pluton emplacement age (311 ± 8 Ma) may be slightly younger than previously proposed (326 ± 17 Ma). Combined whole-rock major- and trace-element data and Sr-Nd isotopic compositions for the different granite units ($A/CNK > 1.1$; high SiO_2 contents, low CaO, MgO, Ba, Sr, $87Sr/86Sr > 0.710$, $\epsilon Nd_{310} = -3.4$ to -5.1 ; TDM = 1.1 – 1.2 Ga) support a major involvement of old crustal metasedimentary sources in the genesis of these granites (S-type origin). Furthermore, the significant degree of overlap between the Nd isotopic signatures and TDM ages of the studied granites and those of the adjoining country rocks ($\epsilon Nd_{310} = -4.1$ to -4.5 ; TDM = 1.2 – 1.4 Ga) suggests a provenance from protoliths with similar composition.

Keywords: Caramulo pluton, Rb-Sr whole-rock isochron, S-type origin, Sr-Nd isotopic signatures.

Idade U-Pb (zircões) por ID-TIMS para o granito Varisco sin-tectónico de Tamanhos (Zona Centro Ibérica)

U-Pb ID-TIMS zircon age for the Tamanhos syn-tectonic Variscan granite (Central Iberian Zone)

Azevedo, M.R.^{1*}, Valle Aguado, B.¹, Medina, J.¹, Nolan, J.², Costa, M.M.¹, Corfu, F.³

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências; Unidade de Investigação GeoBioTec (UID/GEO/04035/2019), 3810-193 Aveiro, Portugal

² Department of Earth Science and Engineering, Imperial College, London, SW7 2BP, UK

³ Department of Geosciences, University of Oslo, PB1047 Blindern, N-0316 Oslo, Norway

* mazevedo@ua.pt

Resumo: O maciço granítico de Tamanhos aflora na região de Pinhel-Trancoso como um pequeno corpo alongado na direcção ENE-WSW, implantado em metassedimentos do Ediacariano-Câmbrico e do Ordovícico (Zona Centro-Ibérica). Compreende uma fácies porfíroide de grão fino-médio, de granitos-granodioritos com biotite dominante e uma fácies porfíroide mais grosseira de granitos de duas micas. Ambas as unidades apresentam “fabric” milonítico bem marcado, com a mesma orientação e cinemática da Zona de Cisalhamento sin-D₃ de Juzbado-Penalva do Castelo, sugerindo que a instalação do maciço teve lugar durante os estádios precoces da tectónica transcorrente D₃. A idade U-Pb obtida neste estudo (311.9 ± 0.8 Ma) permitiu datar a intrusão dos granitóides de Tamanhos e o movimento da Zona de Cisalhamento de Juzbado-Penalva do Castelo na região estudada. As composições em elementos maiores e traço das amostras do granito-granodiorito de Tamanhos são típicas de magmas calco-alcalinicos de tipo-I ou transicionais entre tipo-I e S e apontam para uma contribuição importante de materiais da crosta inferior, ricos em feldspato, e/ou interacção com magmas básicos derivados do manto na sua petrogénese.

Palavras-chave: Granito-granodiorito de Tamanhos, idade U-Pb por ID-TIMS, Zona de Cisalhamento Juzbado-Penalva do Castelo.

Abstract: The Tamanhos pluton occurs in the Pinhel-Trancoso region as a small, ENE-WSW elongate, intrusion, emplaced into Ediacarian-Cambrian and Ordovician metasediments (Central Iberian Zone). It comprises a fine-medium porphyritic, biotite-rich, granite-granodiorite facies and a coarser porphyritic, two-mica granite facies. Both units show a strong mylonitic fabric, with the same orientation and kinematics of the sinistral syn-D₃ Juzbado-Penalva do Castelo Shear Zone, suggesting that pluton emplacement took place during the early stages of D₃ transcurrent shearing. The new ID-TIMS U-Pb zircon age obtained in this study (311.9 ± 0.8 Ma) provides precise time constraints for the intrusion of the Tamanhos granodiorite–granite suite and for the movement of the Juzbado-Penalva do Castelo Shear Zone in the studied area. The major- and trace-element compositions of the samples of the Tamanhos granitoids are typical of calc-alkaline magmas with I-type or transitional I-S type affinities, supporting a major contribution of lower crustal, feldspar-enriched, source materials and/or interaction with mantle derived magmas to their petrogenesis.

Keywords: Tamanhos granite-granodiorite, ID-TIMS U-Pb zircon age, Juzbado-Penalva do Castelo Shear Zone.

Características geoquímicas e geocronológicas do plutão de Fundão – implicações geotectónicas

Geochemical and geochronological characteristics of the Fundão pluton - geotectonic implications

Antunes, M.^{1*}

¹ ICT, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710 - 057 Braga, Portugal

* imantunes@dct.uminho.pt

Resumo: O plutão de Fundão está localizado na Zona Centro Ibérica, na região da Cova da Beira, Centro de Portugal. Tem uma estrutura elíptica, com uma área aflorante de 115 km², e ocorre intruindo o Complexo Xisto-Gravaváquico do Grupo das Beiras. É constituído por diferentes rochas granitóides, com composição de tonalito a granodiorito. Tem um carácter peraluminoso dominante, embora algumas fácies apresentem características metaluminosas. Devido às suas baixas razões $\text{FeO}_T/(\text{FeO}_T+\text{MgO})$ classificam-se como granitóides magnesianos, distribuindo-se pelo campo das rochas alcalino-cálcicas a alcalinas. Os dados isotópicos, obtidos por U-Pb, em cristais de zircão e monazite sugerem uma idade de implantação de 478 Ma, correspondente ao Ordovício Inferior, e relacionada com a orogenia Cadomiana. Este plutão inclui-se numa faixa de plutões de idade Cambro-Ordovícica que se estende desde a Beira Baixa até à Estremadura Central.

Palavras-chave: geoquímica, granitóides, Ordovícico, Zona Centro Ibérica, Portugal

Abstract: The Fundão pluton is located in the Central Iberian Zone, in the Portuguese region of Cova da Beira, Central Portugal. It has an elliptical structure, with an outcropping area of 115 km², which intruded the Schist-Greywacke Complex - Beiras Group. The pluton contains different granitic rocks, with composition ranging from tonalite to granodiorite. It has a dominant peraluminous composition, although some facies are metaluminous. Due to their low $\text{FeO}_T/(\text{FeO}_T+\text{MgO})$ ratios, these granitoids are classified as magnesian and plot in the field of alkaline-calcium to alkaline rocks. The isotopic data obtained by U-Pb in zircon and monazite crystals suggest an emplacement age of 478 Ma, corresponding to the Lower Ordovician and related to the Cadomian orogeny. The Fundão intrusion is included in the magmatic province of Cambro-Ordovician plutons that extends from Beira Baixa (Portugal) to Estremadura Central (Spain).

Keywords: geochemistry, granitoids, Ordovician, Central Iberian Zone, Portugal

Geoquímica de um filão de rochas básicas alcalinas de Gonçalo (Guarda)

Geochemistry of an alkaline basic dyke from Gonçalo (Guarda)

Ramos, V.¹, Noronha, F.^{1*}

¹ Instituto de Ciências da Terra – Pólo Porto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal

* fmnoronh@fc.up.pt

Resumo: No Maciço Hespérico são frequentes os filões de rochas básicas, intrusivas nas rochas cristalinas, que, na grande maioria dos casos, estão muito alteradas, pelo que são poucos os estudos geoquímicos e petrográficos que possibilitam a sua classificação.

Uma sondagem de prospeção do jazigo de Alvarrões (Guarda), situado na Zona Centro Ibérica, cortou um filão básico intrusivo em granito porfíroide biotítico de grão grosseiro o que permitiu recolher amostras não alteradas em que foram realizados estudos petrográficos e geoquímicos que possibilitaram a sua classificação. São rochas melanocratas que exibem uma fácies de granularidade mais grosseira (BSG) e outra, posterior, mais fina (BSF). São rochas alcalinas e correspondem a traquibasaltos com nefelina normativa. Os *spidergrams*, padrões dos espectros de TR e razões de elementos incompatíveis, mostram similaridade com o padrão de basaltos de ilhas oceânicas (OIB). O magma alcalino representado nas rochas básicas do filão é compatível com um contexto geotectónico intraplaca relacionado com um estágio inicial de rifting continental e não com um magma relacionado com zonas de subducção.

Palavras-chave: filão básico, jazigo de Alvarrões, geoquímica de elementos maiores e traço, traquibasaltos, rochas alcalinas

Abstract: Veins of intrusive basic rocks are quite frequent in the Hesperian Massif. However, due to the fact that, in most cases, these rocks occur extremely altered, few are the geochemical and petrographic studies that allow the classification of the basic rocks of the veins.

In non-weathered samples from a vein intersected by an exploration borehole of the Alvarrões deposit (Guarda), Central Iberian Zone, geochemical and petrographic studies were carried out. The studied rocks are melanocratic exhibiting in the collected samples a coarser-grained facies (BSG) and a finer-grained facies (BSF), being the latter posterior to the first one. These rocks have an alkaline affinity. They correspond to trachybasalts with normative nepheline. The spidergrams, REE spectra patterns and incompatible elements ratios, show the resemblance with the pattern of ocean island basalts (OIB). The alkaline magma represented in the rocks of the basic vein is compatible with an innerplate geotectonic context and is similar to magmas related to the first stages of continental rifting and not with a magma related with subduction zones.

Keywords: basic vein, Alvarrões deposit, geochemistry of major and trace elements, trachybasalts, alkaline rocks

Prospecção de corpos graníticos não aflorantes no sector Lousã-Cernache do Bonjardim – abordagem preliminar

Non-outcropping granite bodies detection in the Lousã-Cernache do Bonjardim sector – preliminary approach

Esperancinha, S.^{1*}, Pereira, A.J.S.C.¹, Gomes, E.¹

¹ CITEU, Departamento Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Rua Sílvio Lima, Univ. Coimbra - Pólo II 3030-790 Coimbra.

* sesperancinha@uc.pt

Resumo: Vários corpos graníticos de pequena dimensão (5-12 km²) afloram entre a Lousã e Cernache do Bonjardim, havendo indícios da existência de intrusões em profundidade, subjacentes ao Grupo das Beiras. Uma das evidências é a ocorrência de mineralizações - parte da Província Metalogenética Ibérica Sn-W, como a Panasqueira - que estarão relacionadas com a circulação de fluidos magmáticos hidrotermais enriquecidos. Na Panasqueira, está descrita a presença de um granito não aflorante e são comuns os xistos com porfiroblastos de biotite e clorite - indicativos de metamorfismo de contacto. Pereira (1987) mapeou uma extensa área ao redor dos granitos de Figueiró, Pedrogão e Bouçã, descrevendo uma auréola metamórfica que, devido à sua extensão, se coloca a hipótese de não ser apenas o resultado do metamorfismo de contacto originado por estes granitos ante-variscos aflorantes. A ausência de uma cobertura completa de cartografia geológica dificulta a avaliação desta região relativamente à presença de outros corpos não aflorantes. Usando várias fontes - revisão de literatura, mapas geológicos e trabalho de campo - pretende-se contribuir para a deteção destes corpos magmáticos.

Palavras-chave: granito, província metalogenética, geotérmica, metamorfismo de contacto

Abstract: Several small sized (5-12 km²) granite bodies outcrop between Lousã and Cernache do Bonjardim with evidence pointing towards the existence of such intrusions at depth, underneath the "Grupo das Beiras" rocks. One of the strongest evidences of such is the occurrence of mineralizations – part of the Sn-W Iberian Metallogenic Province, such as Panasqueira - which are thought to be related with the circulation of hydrothermal magmatic fluids. In Panasqueira, the presence of a non outcropping granite has been described and porphyroblasts of biotite and chlorite in schists – indicative of contact metamorphism – are common. Pereira (1987) mapped an extensive area around the Figueiró, Pedrogão and Bouçã granites, describing a metamorphic aureole that, due to its large extension, it is thought not to be the direct result of metamorphism associated with the contact with those pre-variscan outcropping granites. The absence of a complete coverage of geological mapping increases makes it difficult to evaluate the region relative to the presence of other non-outcropping granite bodies. Using several datasets – literature review, geological maps and field work – the aim is to contribute for the detection of these magmatic bodies.

Keywords: granite, metallogenic province, geothermal, metamorphism

Estudos de inclusões fluidas e inclusões de melt em dois pegmatitos graníticos do Centro de Portugal

Fluid and melt inclusion studies in two granitic pegmatites from Central Portugal

Rodrigues, M.^{1*}, Guedes, A.¹, Bobos, I.¹, Noronha, F.¹

¹DGAOT – Faculty of Sciences of the University of Porto and Institute of Earth Sciences (ICT), Rua do Campo Alegre 687, Porto, Portugal

* up201510120@fc.up.pt

Resumo: De forma a contribuir para o estudo dos processos relacionados com a génese de dois pegmatitos graníticos do Centro de Portugal, foram realizados estudos de inclusões fluidas e inclusões de melt em topázio e berilo de dois pegmatitos com diferentes graus de evolução. As análises petrográficas, microtermométricas e de microespectrometria Raman realizadas nestas inclusões permitiram determinar que os fluidos das inclusões fluidas do topázio do pegmatito do Castanho são aquosos de baixa salinidade, com presença de CO₂ e algum CH₄ e N₂. As inclusões de melt do berilo da Venturinha caracterizam-se pela presença um melt de composição silicatada por vezes com presença de uma fase fluida e algum CO₂, o que sugere cristalização deste mineral ainda em condições magmáticas.

Palavras-chave: inclusões de melt, microtermometria, espectrometria Raman, Venturinha, Castanho

Abstract: In order to contribute to the study of the formation processes of two granitic pegmatites from Central Portugal, fluid and melt inclusions studies were performed in topaz and beryl, corresponding to pegmatites with different degrees of evolution. Petrographic, microthermometric and Raman microspectrometry analyses carried out in the fluid inclusions in topaz from Castanho pegmatite (Gonçalo, Guarda) and in melt inclusions from the Venturinha pegmatite (Penalva do Castelo, Viseu) allowed to determine that low salinity aqueous fluids H₂O-NaCl-(CO₂-CH₄-N₂) were present during topaz crystallization, while the melt inclusions, characterized by a silicate melt generally with an aqueous phase and some CO₂ suggest crystallization of beryl at magmatic conditions.

Keywords: melt inclusions, microthermometry, Raman analysis, Venturinha, Castanho

Análise geoquímica preliminar das unidades metassedimentares do Terreno Finisterra

Preliminary geochemical analysis of the Finisterra Terrane metasedimentary units

Carvalho, D.R.^{1*}, Bento dos Santos, T.^{1,2}, Chichorro, M.^{3,4}, Solá, A.R.⁵, Romão, J.⁵, Moreira, N.⁶

¹ FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

² IDL - Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal

³ GeoBioTec, NOVA University of Lisbon, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal;

⁴ Faculty of Sciences and Technology, NOVA University of Lisbon, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal

⁵ LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2720-866 Amadora, Portugal

⁶ ICT – Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora; Dep. Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, nº 59, 7000-671 Évora, Portugal.

* d.carvalho93@gmail.com

Resumo: O Terreno Finisterra (TF) está descrito como um terreno exótico com características paleogeográficas distintas das unidades peri-Gondwanicas típicas do Maciço Ibérico (MI). Diferentes interpretações tectónicas e estruturais das estruturas de primeira ordem, como a Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo, promovem visões distintas da evolução geodinâmica e paleogeográfica para o proposto no FT. Apesar de existirem descrições petrológicas e geoquímicas, o principal objetivo deste trabalho é fornecer um novo conjunto de dados mais completos dos vários setores do TF. A análise preliminar da geoquímica de rocha total indica semelhanças entre praticamente todas as unidades, incluindo a maior parte dos diatexitos e o ortogneiss estudado, revelando um protólito metassedimentar. Porém, os diatexitos da Unidade de Lourosa, possuem uma origem que sofreu uma possível contaminação orogénica. Este trabalho permitirá uma comparação adicional com as zonas autóctones do MI.

Palavras-chave: Finisterra, Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo, Orogenia Varisca; Geoquímica de rocha total, diatexitos.

Abstract: The Finisterra Terrane (FT) is described as an exotic terrane with distinct paleogeographic characteristics from the typical north Gondwanic units that comprise the Iberian Massif. The different tectonic and structural interpretation of the first order structures in Iberia, like the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone, implies a distinct geodynamic and paleogeographic evolution for the FT. Although there is some petrological and geochemical data for FT, the main objective is to provide new and complete information from all the FT sectors. The preliminary analysis indicates similar geochemistry for approximately all the units, including most diatexites and the orthogneiss, revealing a metasedimentary source. However, diatexites from the Lourosa Unit reveal a distinct origin with probable orogenic contamination. This first holistic approach which will later allow an additional comparison with the autochthonous zones of IM.

Keywords: Finisterra Terrane, Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo Shear Zone, Variscan Orogeny, Whole-rock geochemistry, diatexites

Elementos traço característicos das unidades detríticas Paleozoicas da Zona de Ossa-Morena (Portugal): constrangimentos geodinâmicos

Trace element features of Palaeozoic detrital units of the Ossa-Morena Zone (Portugal): geodynamic constraints

Roseiro, J.^{1*}, Moreira, N.¹, Nogueira, P.¹, Maia, M.¹, Araújo, A.¹, Pedro, J.¹

¹ Institute of Earth Sciences (ICT), Évora Pole; CLAV, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora

* ze.roseiro45@gmail.com

Resumo: O quimismo dos metassedimentos correspondentes às diferentes unidades litoestratigráficas detríticas do Paleozoico (Câmbrico a Devónico) do sector português da Zona de Ossa-Morena regista particularidades geoquímicas características do seu ambiente deposicional, o que permite tirar ilações relativas à evolução geodinâmica do Terreno Autóctone Ibérico durante o Ciclo Varisco. As relações entre vários elementos traço (essencialmente Nb/Ta, Zr/Hf, Th/U, La/Th-Sc e padrões normalizados de ETR) nas sucessões detríticas revelam que as diferentes formações derivam maioritariamente de uma fonte ácida continental, embora com particularidades que sugerem misturas com outras componentes sedimentares. As amostras representativas das unidades do Câmbrico, Ordovícico e Silúrico apresentam influências significativas de sedimentos típicos de margem continental passiva, enquanto as amostras do Devónico aparentam contribuições de arco oceânico com maior componente básica, o que poderá indicar uma transição do ambiente tectónico durante a sua deposição, ou seja, durante o Devónico inferior.

Assim, as formações Variscas ante-Devónicas podem ser interpretadas como resultantes da sedimentação derivada do desmantelamento progressivo de um soco continental (arco Cadomiano e terrenos Gondwanicos) em bacias geradas durante o episódio de estiramento crustal ocorrido durante o Câmbrico. Por outro lado, as unidades do Devónico Inferior podem corresponder a rochas metassedimentares resultantes do desmantelamento de um arco vulcânico (básico a intermédio), revelando a presença de uma margem ativa no SW da Zona de Ossa-Morena durante este período.

Palavras-chave: Litogeoquímica; Proveniência Siliciclástica; Unidades Detríticas; Zona de Ossa-Morena

Abstract: Chemical features regarding the different detrital lithostratigraphic Palaeozoic (Cambrian – Devonian) units from the Portuguese sector of the Ossa-Morena Zone regist geochemical aspects typical of their depositional environment, which allow inferences on the geodynamic evolution of the Iberian Autochthonous Terrain during the Variscan Cycle. Trace elements relationships (essentially Nb/Ta, Zr/Hf, Th/U, La/Th-Sc and REE chondrite-normalized patterns) of the detrital succession reveal that the different formations derive mostly from an acid continental source, though with particular features that suggest mixed sedimentary components. Cambrian, Ordovician and Silurian representative samples show significant influences typical of passive margin sediments, while Devonian samples appear to have an oceanic arc contribution, with an increase in basic components, which may indicate a transition on the tectonic environment, during their deposition.

Ante-Devonian Variscan formations are therefore interpreted as representing debris deposition, derived from the progressive dismantling of a continental basement (Cadomian arc and Gondwana terranes), in sedimentary basins formed during the lower Cambrian crustal thinning episode. Contrastingly, Devonian units correspond to metasedimentary rocks derived from a dismembered (basic-intermediate) volcanic arc, revealing an active margin in the SW Ossa-Morena Zone during this period.

Keywords: Lithogeochemistry; Siliciclastic Provenance; Detrital Units; Ossa-Morena Zone

O magmatismo neoproterozóico do NW da Zona Ossa-Morena (Abrantes, Portugal): novos dados sobre o arco magmático Cadomiano?

The Neoproterozoic magmatism in NW of the Ossa-Morena Zone (Abrantes, Portugal): new insights of Cadomian magmatic arc?

Moreira, N.^{1*}, Pedro, J.¹, Romão, J.², Dias, R.¹, Ribeiro, A.³

¹ Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo da Universidade de Évora; Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, nº 59, 7000-671 Évora, Portugal.

² UGCG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Estrada da Portela, Apartado 7586 - Zambujal, 2720 Alfragide, Portugal.

³ Instituto Dom Luiz, Dep. Geologia da Faculdade de Ciências da UL, Museu Nacional de História Natural e da Ciência (UL), Edifício C6, Piso 4, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

* nmoreira@estremoz.cienciaviva.pt

Resumo: A definição das sucessões litoestratigráficas de idade Neoproterozóica da Zona de Ossa-Morena são essenciais para a compreensão da evolução geodinâmica e para a reconstituição paleogeográfica do bordo Norte da Gondwana. Trabalhos recentes na região de Abrantes permitiram identificar três unidades litoestratigráficas distintas atribuídas ao Neoproterozóico, sendo que em duas destas unidades surgem abundantes rochas ortoderivadas félsicas (metadacitos) e máficas (anfíbolitos derivados de basaltos toleíticos). Os teores e razões de terras raras e os diagramas discriminantes para as rochas máficas mostram a associação entre basaltos do tipo MORB e basaltos toleíticos a transicionais do tipo intra-placa. Já as rochas metadacíticas mostram características dissemelhantes entre si: uma amostra mostra afinidade a ambientes orogénicos (arco vulcânico a sin-colisional) enquanto a outra tem uma afinidade anorogénica (magmatismo intra-placa). A presença de rochas ortoderivadas inclusas nas sucessões litoestratigráficas de idade Neoproterozóica da Zona de Ossa-Morena, com características geoquímicas similares às aqui presentes, permitiu o reconhecimento de um arco magmático instalado ao longo do bordo Norte da Gondwana durante este período.

Palavras-chave: Zona de Ossa-Morena, Gondwana, Ciclo Cadomiano, Arco Magmático, Geoquímica

Abstract: The definition of the Neoproterozoic lithostratigraphic successions of the Ossa-Morena Zone is crucial for understanding the geodynamic evolution and paleogeographic reconstruction of the northern margin of Gondwana. Recent work in the Abrantes region identified three distinct lithostratigraphic units, attributed to the Neoproterozoic. Two of these units present abundant felsic (metadacites) and mafic (amphibolite derived from tholeiitic basalts) orthoderived rocks. Rare earth contents and ratios, as well as the discriminant diagrams for mafic rocks show the association between MORB and intra-plate tholeiitic to transitional basalts. Metadacites show different features: one sample presents orogenic affinity (volcanic arc to sin-collisional dacites) while the other has anorogenic signature (within-plate magmatism). The presence of orthoderived rocks included in the Neoproterozoic lithostratigraphic succession of the Ossa-Morena Zone, presenting similar geochemical features to those described here, allowed the recognition of a magmatic arc emplaced along the northern margin of Gondwana during this period.

Keywords: Ossa-Morena Zone, Gondwana, Cadomian Cycle, Magmatic arc, Geochemistry

Geoquímica de rochas ortoderivadas no limite entre os Orógenos Ribeira e Araçuai, sudeste do Brasil

Geochemistry of orthoderivates rocks on the border between the Ribeira and Araçuai Belts, southeastern Brazil

Abreu Marques, R.^{*1,2}; Paula, D.², Duarte, B.; Valladares, C.³; Carvalho, C.³, Medeiros-Junior, E.B.²; Ferreira, S.L.M.¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Alto universitário s/n, Guararema, Alegre, Espírito Santo, Brasil – Cep 29500-000

² Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro s/n, Bauxita, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil – Cep 35.400-000

³ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro, Brasil – Cep 20550-900

* rodson.marques@ufes.br

Resumo: Localizada entre os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, sudeste do Brasil, a área de estudo insere-se no contexto geotectônico da interseção dos orógenos neoproterozoicos Ribeira e Araçuai. De particular interesse, objetivou-se o estudo litoquímico de rochas ortoderivadas (ortognaisses, granulitos e charnockitos) do Complexo Serra da Bolívia. Para alcançar os objetivos propostos, foram realizadas análises de elementos maiores por fluorescência de raios X e de elementos traços por ICP-MS. As litologias foram separadas em três grupos principais: granulitos gnaissificados, hornblenda-gnaisses e charnockitoides. As rochas indicam que o terreno foi gerado por magmatismo de caráter calcioalcalino do tipo I, oriundo em ambiente de arco vulcânico. A Suíte Monte Verde caracteriza-se por um magmatismo calcioalcalino e a Suíte Córrego Fortaleza, por um magmatismo calcioalcalino de alto K, ambas com assinatura de arco magmático. Tais informações são relevantes para o entendimento da Orogênese Brasileira/Pan-Africana no sudeste do Brasil.

Palavras-chave: Complexo Serra da Bolívia, Rochas Ortoderivadas, Litoquímica, Magmatismo Calcioalcalino, Orogênese Neoproterozoica

Abstract: Located between the states of Rio de Janeiro and Espírito Santo, southeastern Brazil, the area is included in the geotectonic context of the intersection of the neoproterozoic orogen Ribeira and Araçuai. Of particular interest was the lithochemical study of ortho-derivative rocks (orthognaisses, granulites and charnockites) of the Serra da Bolívia complex. To reach the proposed objectives, analyzes of larger elements by x-ray fluorescence and trace elements by ICP-MS were performed. The lithologies were separated into three main groups: gneissified granulites, hornblende gneisses and charnockitoides. The rocks indicate that the terrain was generated by magmatism of type I calc-alkaline, originating in a volcanic arc environment. The Monte Verde Suite is characterized by a calc-alkaline magmatism and Córrego Fortaleza Suite is characterized by a high K calc-alkaline magmatism, both with signature of magmatic arc. Such information is relevant to the understanding of the Brazilian / Pan-African Orogeny in southeastern Brazil.

Keywords: Serra da Bolívia Complex, Orthoderivates Rocks, Lithochemistry, calc-alkaline magmatism, Neoproterozoic Orogenesis.

Petrografia, termometria e geoquímica de rochas ortoderivadas da Serra do Caparaó, sudeste do Brasil.

Petrography, thermometry and geochemistry of orthoderivates rocks in Caparaó Mountains, southeastern Brazil.

Medeiros-Júnior, E.B. ^{*1}, Paula, D., Souza, B.C.C.¹, Jordt-Evangelista, H.¹, Marques, R.A.², Velasco, T.C.², Faria, T.G.³

¹ Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro s/n, Bauxita, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil – Cep 35.400-000

² Universidade Federal do Espírito Santo, Alto universitário s/n, Guararema, Alegre, Espírito Santo, Brasil – Cep 29500-000

³ Instituto Federal do Espírito Santo (Campus Cachoeiro), Rodovia ES-482, Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil – Cep 29311-970

* daiane.paula1@aluno.ufop.edu.br

Resumo: A área estudada é a Serra do Caparaó, lugar onde se localiza o terceiro pico mais alto do Brasil. Nessa região ocorrem enderbites e granulitos máficos da Suíte Caparaó. Essa unidade é correlacionável ao Complexo Juiz de Fora. Nesse trabalho estudaram-se rochas de protólitos máficos e félsicos da Suíte Caparaó. O enderbite é composto por ortopiroxênio + quartzo + plagioclásio ± clinopiroxênio ± K-feldspato. A associação mineral presente no granulito máfico é ortopiroxênio + clinopiroxênio + plagioclásio ± quartzo. Os enderbites possuem protólitos subalcalinos de composição andesítica e metaluminosos. Os granulitos máficos possuem como protólitos andesitos basálticos advindos de ambientes de cadeia meso-oceânica ou de arco de ilha. A termometria do enderbite forneceu temperaturas condizentes com a fácies granulito, com resultados frequentemente acima de 750 °C. Os protólitos dos litotipos da Suíte Caparaó formaram-se no arco de ilhas Juiz de Fora durante o paleoproterozóico. Durante a edificação do Orógeno Araçuaí ocorreu o metamorfismo fácies granulito evidenciado pelas associações minerais das rochas que ocorrem nas rochas da Serra do Caparaó.

Palavras-chave: Enderbite, Granulito máfico, Geoquímica, Termometria, Serra do Caparaó.

Abstract: The studied area is Caparaó Mountains, a place where is located the third highest peak of Brazil. In this region occur mafic enderbites and mafic granulites of Caparaó Suite. This unit is correlated to Juiz de Fora Complex. In this work, we studied rocks from the Caparaó Suite of mafic and felsic igneous protholith. The enderbite is formed by the mineral association orthopyroxene + quartz + plagioclase + clinopyroxene + K-feldspar. The mineral association presents in the mafic granulite is orthopyroxene + clinopyroxene + plagioclase + quartz. The enderbites have subalkaline, andesitic and metaluminous protoliths. Mafic granulites have basaltic andesites protoliths from the meso-oceanic ridge or island arc environments. Enderbite thermometry provided temperatures consistent with granulite facies, with results frequently above 750°C. The protoliths of the lithotypes of the Caparaó Suite formed in the Juiz de Fora islands arc during the paleoproterozoic. Throughout the edification of Araçuaí Orogen in the neoproterozoic occurred the granulite facies metamorphism evidenced by the mineral associations of the rocks of the Caparaó Mountains.

Keywords: Enderbite, Mafic granulite, Geochemistry, Thermometry, Caparaó Mountains.

Estudo espectroscópico preliminar em turmalinas bicolores, azuis e verdes oriundas da Província Borborema, Estado do Ceará, Brasil

Preliminary spectroscopic study in bicolores, blue and green tourmalines from the Province of Borborema, Ceará State, Brazil

Nogueira Neto, J.A.^{1*}, Cavalcanti, D.E.², Santiago, C.S.³, Lima, M.N.¹

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Goiás - Rua Mucuri, s/n - Setor Conde dos Arcos - CEP: 74968755 - Aparecida de Goiânia, Goiás - Brasil

²Instituto de Geociências, Universidade de Brasília Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC - Ala Central - CEP 70.910-900 – Brasília, DF – Brasil

³Centro de Tecnologia Mineral – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação - Av. Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária - CEP: 21941-908 - Rio de Janeiro - Brasil

* jose.araujo@ufg.br

Resumo: O trabalho exhibe análises em turmalinas zonadas de cor verde (borda do cristal) e rosa (porção central do cristal), de Berilândia (Fazenda Condado), e turmalinas azuis e verdes de Banabuiú, ambas as localidades no Estado do Ceará, Brasil. A espectroscopia UV-visível, tanto na parte rosa quanto na verde da turmalina bicolor, exhibe picos em torno de 700nm decorrente da transferência de carga entre Fe^{+2} e Fe^{+3} , enquanto a banda de 500nm evidencia íons de Mn. O Pico do Fe é mais acentuado na porção verde da turmalina bicolor, enquanto a banda do Mn se mostra mais acentuado na porção rosa. A banda do Fe nas turmalinas de Banabuiú mostra-se mais ressaltada nas de cor azul do que nas de cor verde, enquanto a banda do Mn está ausente nas verdes. A espectroscopia Raman na turmalina bicolor exhibe picos em 3474, 3576 e 3642 cm^{-1} , enquanto nas turmalinas de Banabuiú, em 3492, 3558 e 3585 cm^{-1} , em todas corresponde a OH3, cuja coordenação dos cátions são Al^{Y} Al^{Z} Al^{Z} . Na espectroscopia infravermelho, os picos de 3498, 3564 e 3599 cm^{-1} , das turmalinas de Banabuiú ocorrem por vibrações das hidroxilas do tipo OH3, coordenadas pelos cátions Al (Al^{Y} , Al^{Z} , Al^{Z}) (3498 cm^{-1}), Fe ou Li, ou Al (Al^{Y} , Al^{Z} , Al^{Z}) (3564 cm^{-1}), por Li em Y e Al (Al^{Z} e Al^{Z}) (3599 cm^{-1}).

Palavras-chave: Espectroscopia Raman, Infravermelho, Ultra-Violeta, Pegmatito, Turmalina

Abstract: The work shows analyzes on tourmalines with green and pink zoning from Berilândia, and blue and green tourmalines from Banabuiú, both localities in the State of Ceará, Brazil. UV-visible spectroscopy, both in the pink portion and in the green portion of the bicolor tourmaline, shows peaks around 700nm due to the transfer of charge between Fe^{+2} and Fe^{+3} , while the band around 500nm evidences the presence of ions Mn. The Fe band appears slightly more pronounced in the green portion of the bicolor tourmaline, while the Mn band is more pronounced in the pink portion. The Fe band for the Banabuiú samples is more pronounced in the blue tourmalines than in the green tourmalines, while the Mn band is absent in the green tourmaline. The spectroscopic techniques performed in the tourmalines indicate the presence of iron and manganese as the cause of the colors and the relative intensities of the respective absorptions.

Keywords: Raman Spectroscopy, Infrared, Ultra-Violet, Pegmatite, Tourmaline

**Geoquímica Orgânica e dos
Recursos Energéticos**

**Geoquímica Orgánica y
Recursos Energéticos**

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

Geoquímica orgânica da Formação de Montejunto (Bacia Lusitânica, Portugal): o caso da sondagem Vila Verde-2

Organic geochemistry of Montejunto Formation (Lusitanian Basin, Portugal): the case of Vila Verde-2 well

Gonçalves, P. A.^{1*}, Mendonça Filho, J.G.², Flores, D.¹

¹ Instituto Ciências da Terra - Pólo da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal.

² Laboratório de Palinofácies & Fácies Orgânica (LAFO), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira, 274, prédio do CCMN, sala J1020, Campus Ilha do Fundão, Cidade Universitária, CEP 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

* paula.goncalves@fc.up.pt

Resumo: A Formação de Montejunto representa um intervalo de sedimentação carbonatada que ocorreu entre a zona de *Plicatilis* e a zona de *Planula* (Oxfordiano, Jurássico Superior) na Bacia Lusitânica, Portugal. Cinco amostras desta Formação, pertencentes ao testemunho de sondagem Vila Verde-2 foram selecionadas para este estudo com o objetivo de caracterizar a matéria orgânica (MO) dispersa, recorrendo a análises geoquímicas (carbono orgânico total - COT, enxofre total - St, e análise de biomarcadores). Os resultados obtidos serão comparados dados de petrologia orgânica obtidos em trabalhos anteriores.

Os valores de COT variam entre 0,19-1,18% e 0,16-1,10% (antes e após a extração, respetivamente). Os biomarcadores exibem um predomínio dos *n*-alcanos de baixo a médio peso molecular. Os principais isoprenóides estão presentes variando a razão pristano/fitano entre 0,36 e 0,68, indicando condições redutoras durante a deposição. A distribuição dos terpanos é caracterizada por um maior conteúdo de terpanos pentacíclicos do que tricíclicos e tetracíclicos. Os diversos marcadores de maturação térmica não são concordantes.

Os dados geoquímicos não são completamente concordantes com os dados petrográficos obtidos em trabalhos anteriores. Isto poderá estar relacionado com a presença de betumes sólidos, principalmente a grahamite (parcialmente solúvel em solventes orgânicos), que estará a influenciar os valores obtidos através da análise de biomarcadores.

Palavras-chave: Geoquímica orgânica, compostos moleculares, betume, betume sólido

Abstract: The Montejunto Formation represents an interval of carbonated sedimentation, which range in age from the *Plicatilis* to the *Planula* chronozones (Oxfordian, Upper Jurassic). Five sample from this Formation belonging to Vila Verde-2 borehole, were selected for this study in order to characterize the disperse organic matter (OM), using geochemical analyses (total organic carbon - TOC, total sulfur -St, and biomarker analysis). The results obtained will be compared data of organic petrology obtained in previous works.

TOC values varied between 0.19-1.18wt.% and 0.16-1.10wt% (before and after the extraction, respectively). Biomarker data showed a dominance of *n*-alkanes with lower and medium molecular weight. The main isoprenoids are present with pristane/phytane ratio varying between 0.36 and 0.68, indicating reducing conditions. Terpane distribution are characterized by a high pentacyclic terpanes content compared to tricyclic and tetracyclic terpanes. The various thermal maturation markers are not consistent.

The geochemical data are not completely concordant with the petrographic data obtained in previous works. This may be related to the presence of solid bitumen, especially grahamite (partially soluble in organic solvents), which influence the values obtained in the biomarker analysis.

Keywords: Organic geochemistry, molecular compounds, bitumen, solid bitumen

Utilização do Método Passey na estimativa do carbono orgânico total em sondagens: aplicação aos intervalos ricos em matéria orgânica do Jurássico Inferior do *offshore* da Bacia Lusitânica, Portugal

Estimation of total organic carbon in offshore wells through Passey Method: application to Lower Jurassic organic-rich intervals of the Lusitanian Basin, Portugal

Sêco, S.L.R.^{1*}, Silva, R.L.^{1,2,3}, Watson, N.⁴, Duarte, L.V.¹, Pereira, A.J.S.C.⁵, Wach, G.²

¹ MARE – Marine and Environmental Sciences Centre, Department of Earth Sciences, University of Coimbra, Portugal

² Basin and Reservoir Lab, Department of Earth Sciences, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada

³ iCRAG, Department of Geology, Trinity College Dublin, School of Natural Sciences, The University of Dublin, Dublin, Ireland

⁴ Atlantic Petrophysics Limited, Halifax, Nova Scotia, Canada

⁵ CITEUC – Center for Earth and Space Research, Department of Earth Sciences, University of Coimbra, Portugal

* osergioseco@gmail.com

Resumo: O Jurássico Inferior em S. Pedro de Moel (Bacia Lusitânica; BL) revela unidades estratigráficas com potencial de geração de hidrocarbonetos: i) Unidade F da Formação (Fm) de Coimbra; ii) Membro (Mb) de Polvoeira da Fm Água de Madeiros; e iii) Mb Margo-calcários com níveis betuminosos da Fm Vale das Fontes. Apesar de décadas de pesquisa, estas rochas geradoras não foram devidamente caracterizadas nas áreas *offshore* da BL.

Neste trabalho, investigamos a aplicabilidade de métodos petrofísicos para estimar semiquantitativamente do Carbono Orgânico Total (COT) e delinear intervalos de rochas geradoras nestas unidades na sondagem de pesquisa de hidrocarbonetos 14A-1. O *cross-plot* sónico vs resistividade mostra que esses intervalos desviam-se do *lean sediment baseline*, indicando a presença de hidrocarbonetos. O T_{max} foi utilizado para estimar a refletância da vitrinite em cada ponto de medição na sondagem 14A-1, indicando que o intervalo estudado atingiu a janela de geração de petróleo. O *cross-plot* do sónico vs resistividade e o método petrofísico para cálculo de COT segundo Passey *et al.* (1990) demonstram a estreita similaridade entre as curvas de COT calculadas para as medições da sondagem 14A-1 e os valores de COT determinados em afloramento.

Palavras-chave: Rochas Geradoras, Método Passey, Diagramas, Jurássico Inferior, Bacia Lusitânica.

Abstract: The Lower Jurassic in S. Pedro de Moel (Lusitanian Basin; LB) reveal stratigraphic units with source rock potential: i) Unit F from the Coimbra Formation (Fm), ii) the Polvoeira Member (Mb) of the Água de Madeiros Fm, and iii) the Marly Limestones with Organic-rich Facies Mb of the Vale das Fontes Fm. Despite decades of research, these source rocks have not been properly characterised in the offshore areas of the LB.

In this work, we investigate the applicability of petrophysical methods to semi-quantitatively estimate Total Organic Carbon (TOC) and delineate source rock intervals in this units from petroleum exploration well 14A-1. Sonic transit time vs resistivity cross-plot shows that these intervals deviate from the lean sediment baseline, interpreted to indicate the presence of hydrocarbons. T_{max} was used to estimate vitrinite reflectance for each well point measurement and indicates that the studied interval has reached the oil generation window. Sonic/resistivity cross-plots and the petrophysical-based method for TOC calculation outlined in Passey *et al.* (1990) demonstrate the close similarity between TOC curves calculated for well 14A-1 and TOC values determined in outcrop.

Keywords: Source Rock, Passey Method, Well-logs, Lower Jurassic, Lusitanian Basin.

Variação palinofaciológica e isótopos estáveis do carbono em matéria orgânica do Pliensbaquiano Superior–Toarciano Inferior da Bacia Lusitânica (Portugal): Implicações paleoambientais

Palynofaciological variation and stable carbon isotopes in organic matter from the Upper Pliensbachian–Lower Toarcian in the Lusitanian Basin (Portugal): Paleoenvironmental implications

Rodrigues, B.^{1*}, Duarte, L.V.¹, Silva, R.L.², Mendonça Filho, J.G.³

¹ MARE - Centro de Ciências do Mar e Ambiente, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Rua Sílvio Lima, Universidade de Coimbra - Pólo II 3030-790 Coimbra, Portugal.

² iCRAG, Department of Geology, School of Natural Sciences, Trinity College Dublin, The University of Dublin, Ireland.

³ Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, CEP: 21949-900, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil.

* brunohteixeira@gmail.com

Resumo: O Toarciano Inferior na Bacia Lusitânica mostra importantes mudanças e registos sedimentológicos invulgares ocorridas durante o Evento Oceânico Anóxico do Toarciano inferior. Com vista a uma interpretação das dinâmicas paleoambientais, é feita pela primeira vez, uma caracterização da matéria orgânica (MO), baseada no carbono orgânico total (COT), palinofácies e isótopos estáveis do carbono em matéria orgânica ($\delta^{13}\text{C}_{\text{MO}}$) em diversas secções da Bacia Lusitânica. Através dos resultados obtidos, é notória a baixa expressão de MO (baixos valores de COT). A análise da palinofácies revela um domínio claro do Grupo Fitoclasto, sugerindo uma importante influência continental. Realçam-se o desaparecimento dos palinomorfs marinhos e a grande contribuição de palinomorfs terrestres na Cronozona Levisoni. Estas alterações coincidem com uma excursão negativa em $\delta^{13}\text{C}_{\text{MO}}$ (Rabaçal e Alcabieque). Ressalva-se ainda que a secção de Peniche parece denotar algumas evidências de condições disóxicas evidenciadas pelo aumento do COT e matéria orgânica amorfa em alguns dos níveis estudados.

Palavras-chave: Matéria orgânica, geoquímica, palinofácies, Evento Oceânico Anóxico do Toarciano inferior, Bacia Lusitânica.

Abstract: The Lower Toarcian in the Lusitanian Basin shows important changes and unusual sedimentological records occurring during the Early Toarcian oceanic anoxic event. To interpret paleoenvironmental dynamics, characterization of organic matter (OM), based on total organic carbon (TOC), palynofacies, and carbon stable isotopes of organic matter ($\delta^{13}\text{C}_{\text{OM}}$), was performed for the first time in several sections of the Lusitanian Basin. According to the obtained results, the low expression of OM is evident (low TOC values). Palynofacies analysis reveals a clear dominance of the Phytoclast Group, indicating important continental influence. The disappearance of marine palynomorphs and the major contribution of terrestrial palynomorphs in Levisoni Chronozone are highlighted. These changes coincide with a $\delta^{13}\text{C}_{\text{OM}}$ negative excursion (Rabaçal and Alcabieque). It is also highlighted that the Peniche section presents indication of disoxic conditions in some of the studied levels, evidenced by an increase in TOC and amorphous organic matter.

Keywords: Organic matter, geochemistry, palynofacies, Toarcian Oceanic Anoxic Event, Lusitanian Basin.

Caraterização geoquímica da matéria orgânica de xistos negros associados a mineralização de Cu na Zona Ossa Morena

Geochemical characterization of organic matter in black shales associated to the Cu mineralization in Ossa Morena Zone

Laranjeira, V.^{1,2*}, Ribeiro, J.^{2,3}, Moreira, N.⁴, Nogueira, P.⁴, Mendonça Filho, J.G.⁵, Flores, D.^{1,2}

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal.

² Instituto de Ciências da Terra – Pólo Porto, Portugal.

³ Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal.

⁴ Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora e Instituto de Ciências da Terra - Pólo Évora, Portugal.

⁵ Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica (LAFO), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

* vanessa.laranjeira@fc.up.pt

Resumo: A ocorrência de xistos negros (XN) está muitas vezes associada a depósitos metálicos com importância económica, nos quais a matéria orgânica (MO) poderá ter desempenhado um papel preponderante nos processos associados à concentração de metais. O principal objectivo deste trabalho é a caracterização geoquímica da fração orgânica de XN associados à mineralização de Cu identificada na antiga Mina de Miguel Vacas (Zona Ossa Morena), contribuindo assim para a compreensão da relação entre a MO e os processos mineralizantes. As metodologias utilizadas incluíram a determinação do carbono orgânico total (COT) e do enxofre total (St) e a análise por microscopia eletrónica de varrimento de alta resolução com microanálise por Raios X (MEV-EDX). Os resultados mostram que os valores de COT que variam entre 3,96 % e 12,57 %. O St presente na MO varia entre 0.01 % a 3.89 %, sendo que os valores mais baixos de St surgem associados aos níveis proximais à mineralização principal. A análise através de MEV-EDX permitiu a identificação de aluminossilicatos, sulfuretos (pirite e calcopirite) e fosfatos de cálcio. A maturação da MO resulta da percolação de fluidos hidrotermais associados à instalação da mineralização.

Palavras-chave: Xistos negros, mineralização, geoquímica orgânica, carbono orgânico total, enxofre total.

Abstract: The occurrence of blackshales (BS) is often associated with metallic deposits with economic importance, wherein organic matter (OM) may have influenced processes associated with the concentration of metals. The main objective of this work is the geochemical characterization of the organic fraction of BS associated to Cu mineralization identified in the ancient Miguel Vacas Mine (Ossa Morena Zone). It is intended to contribute to the comprehension of the relationship of OM with the mineralization processes. The methodologies used included the determination of the total organic carbon (TOC) and total sulfur (St) and analysis by high resolution scanning electron microscopy with X-ray microanalysis (SEM-EDS). The results show that TOC values vary between 3.96 % and 12.57 %. The St present in the OM varies from 0.01 % to 3.89 %, being the lower values associated to the levels proximal to the main mineralization. The analysis through SEM-EDS allows the identification of aluminosilicates, sulfides (pyrite and chalcopyrite) and calcium phosphates. The OM maturation results from the percolation of hydrothermal fluids associated with the installation of the mineralization.

Keywords: Black shales, mineralization, organic geochemistry, total organic carbon, total sulfur.

Estudo geoquímico dos coques naturais da Bacia de Peñarroya-Belmez-Espiel (Espanha)

Geochemical study of the natural coques from the Peñarroya-Belmez-Espiel Basin (Spain)

Moura, H.^{1,2,3,†}, Marques, M.M.², Suárez-Ruiz, I.⁴, Ribeiro, J.^{1,5}, Cunha, P.P.^{3,5}, Flores, D.^{1,2*}

¹ Instituto Ciências da Terra - Pólo da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto, Portugal.

² Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal.

³ MARE – Marine and Environmental Sciences Centre, Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal.

⁴ Instituto Nacional del Carbón (INCAR-CSIC), Ap. Co. 73, 33080 Oviedo, Espanha.

⁵ Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal.

† 26.05.1991 – 16.05.2019

* dflores@fc.up.pt

Resumo: Os coques naturais que ocorrem no sector leste do depocentro I da Bacia de Peñarroya-Belmez-Espiel (Espanha) resultaram de metamorfismo de contacto induzido nos carvões aquando da implantação de uma soleira dolerítica paralelamente à estratificação. Neste trabalho são apresentados dados geoquímicos de três amostras de coques, complementados com dados petrográficos.

As partículas orgânicas apresentam poros de desvolatilização circulares ou elípticos, textura isotrópica e, ocasionalmente, anisotropia incipiente ou mosaico fino, indicando que os carvões apresentavam uma reflectância da vitrinite entre 0,70% e 0,85% quando foram sujeitos ao aquecimento. A reflectância máxima das partículas de coque permite inferir uma paleotemperatura para a soleira de dolerito de, pelo menos, 390°C. Por sua vez, o alinhamento e dobramento dos poros de desvolatilização sugerem que a implantação da soleira dolerítica foi simultânea com o dobramento da sucessão sedimentar.

O rendimento em cinzas é variável, o teor em C elevado, sendo o teor em enxofre total muito baixo. A composição em elementos maiores e traço mostrou que duas das amostras estão muito enriquecidas. O enriquecimento em Hg parece estar associado à circulação dos fluidos magmáticos e, ainda, a processos secundários de enriquecimento após a volatilização do carvão original. A ocorrência dos elementos terras raras (ETR) parece relacionada com o aporte sedimentar na bacia.

Palavras-chave: Bacia de Peñarroya-Belmez-Espiel, coque natural, aspectos petrográficos, composição geoquímica, mercúrio.

Abstract: The natural cokes that occur in the eastern sector of the depocentre I of the Peñarroya-Belmez-Espiel Basin (Spain) resulted from the contact metamorphism induced in coals by the emplacement of a doleritic sill parallel to the stratification. In this study, geochemical data of three coke samples are presented and complemented with petrographic data.

Organic particles exhibit circular and elliptical devolatilization pores, isotropic and, occasionally incipient anisotropy to fine mosaic texture pointing out that, at the time of carbonization, these coals should have reached a rank equivalent to a vitrinite random reflectance between 0.70% and 0.85%. The maximum reflectance for the coke particles close to the dolerite sill contact suggested a paleotemperature for the intrusion > 390°C. The alignment and folding of the devolatilization pores indicate that the emplacement of the doleritic sill was simultaneous to the folding of the sedimentary sequence.

The ash yield is variable, the C content high and total sulfur content low. The composition in major and trace elements revealed that two of the samples are very enriched. The enrichment in Hg can be related to magmatic fluids and also to a secondary enrichment after volatilization of the original coal. The occurrence of the REE seems to be linked to the sedimentary mineralogical composition.

Keywords: Peñarroya-Belmez-Espiel Basin, natural coke, petrographic features, geochemistry composition, mercury.

Avaliação do grau de maturação térmica da matéria orgânica do limite Cenomaniano-Turoniano da Bacia Subalpina (SE França)

Thermal maturity assessment study of the Cenomanian-Turonian boundary organic-rich sediments of the Subalpine Basin (SE France)

Fonseca, C.^{1*}, Mendonça Filho, J.G.², Lézin, C.¹, Duarte, L.V.³,

¹ Université Toulouse III – Paul Sabatier, OMP, GET (Géosciences Environnement Toulouse), CNRS, IRD, 14 avenue Édouard Belin, F-31400 Toulouse, France.

² Laboratório de Palinofácies e Fácies Orgânica (LAFO), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira, 274, prédio do CCMN, sala J1020, Campus Ilha do Fundão, Cidade Universitária, CEP 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

³ MARE - Marine and Environmental Sciences Centre, Faculty of Sciences and Technology, Department of Earth Sciences, University of Coimbra, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

* carolina.fonseca@get.omp.eu

Resumo: O registo sedimentar do limite Cenomaniano-Turoniano do Perfil de Pont d'Issole na Bacia Subalpina tem sido extensivamente estudado, uma vez que se trata de um dos registos de referência de um evento extremo a nível global, o chamado Evento Oceânico Anóxico 2. Apesar disso, o registo orgânico desta sucessão nunca foi estudado do ponto de vista petrográfico e geoquímico (fração molecular). Neste estudo foram usadas técnicas de petrologia orgânica (reflectância da vitrinite e de hidróides) e biomarcadores (parâmetros moleculares) para determinar o grau de maturação térmica da matéria orgânica da sucessão de Pont d'Issole. Os valores de reflectância da vitrinite e dos hidróides indicam que a matéria orgânica se encontra imatura apesar de existirem algumas diferenças entre ambos os valores possivelmente relacionados com a equação usada para determinação do valor de vitrinite equivalente. Os parâmetros moleculares, nomeadamente, o Índice Preferencial de Carbono (CPI); as razões de terpanos $Ts/(Ts+Tm)$, $M30/H30$, $H31\ S/(R+S)$, $C_{29}Ts/(H29+C_{29}Ts)$; e, dos esteranos $C_{29}\ \alpha\alpha\ S/(S+R)$, $C_{29}\ \beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$, corroboram os dados petrográficos.

Palavras-chave: Matéria Orgânica, Biomarcadores, Petrografia Orgânica, Cenomaniano-Turoniano, Bacia Subalpina.

Abstract: The Cenomanian-Turonian boundary sedimentary record from the Subalpine Basin, namely in the Pont d'Issole section, has been extremely studied as it represents one of the reference records of a worldwide extreme event, the so-called Oceanic Anoxic Event 2. Nevertheless, the organic record of this section has not been studied using petrographic and geochemical (molecular fraction) techniques. In this study, organic petrology techniques (vitrinite and hydroid reflectance) and biomarkers analysis (molecular parameters) are used to assess the organic matter thermal maturity of the Cenomanian-Turonian boundary of Pont d'Issole section. Vitrinite and hydroid random reflectance indicate an immature state for the organic matter, although with some discrepancies between the values possibly related with the equation used for the determination of the equivalent vitrinite value. Molecular parameters, namely the Carbon Preference Index (CPI); the terpane ratios $Ts/(Ts+Tm)$, $M30/H30$, $H31\ S/(R+S)$, $C_{29}Ts/(H29+C_{29}Ts)$; and, the sterane ratios $C_{29}\ \alpha\alpha\ S/(S+R)$, $C_{29}\ \beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$, corroborate the petrographic results.

Keywords: Organic matter, Biomarkers, Organic Petrography, Cenomanian-Turonian, Subalpine Basin.

Evaluación geoquímica y génesis del gas natural y condensado en la Isla Puná, Cuenca Progreso, Suroeste de Ecuador.

Geochemical evaluation and genesis of natural gas and condensate in the Puná Island, Progreso Basin, Southwest Ecuador

Guzmán, M.¹, Carnero, F.², Lòpez, P.I.³, Márquez, G.¹

¹Associate Unit CSIC-University of Huelva "Atmospheric Pollution", Center for Research in Sustainable Chemistry (CIQSO), University of Huelva, 21071 Huelva, Spain

²Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering, Higher Technical School of Engineering (ETSI), University of Huelva, 21071 Huelva, Spain

³Faculty of Agricultural Sciences, Secular University Eloy Alfaro of Manabí, Calle 12 vía San Mateo, 130221 Manta, Ecuador

* marcoantonioгуzmanvillanueva@gmail.com

Resumen: Los hidrocarburos producidos en las arenas del reservorio en la estructura Puná 1X son principalmente de tipo metano biogénico, pero el gas térmico y el condensado en cantidades residuales también aparecen en muchos intervalos. Algunos fluidos producidos muestran biodegradación o extracción de gas y otros no. Esto indica los múltiples eventos de carga con varios tipos de hidrocarburos gaseosos y líquidos termogénicos que sufrieron biodegradación en el yacimiento y, más tarde, fueron desplazados por gas biogénico. Parece posible que el desplazamiento por gas biogénico de los hidrocarburos termogénicos no se haya producido en cada horizonte del yacimiento en la estructura, especialmente en aquellos que se encuentran muy por debajo de la sección principal de sellado y pago. Esta posibilidad debe evaluarse a fin de determinar si la futura perforación profunda para petróleo y gas térmicos en la estructura Puná 1X podría estar justificada. En este sentido, el gas condensado bajo estudio ha sido correlacionado geoquímicamente con la Formación Dos Bocas.

Palabras clave: petróleo, biodegradación, correlación crudo-roca, signatura QEDA, Cuenca Progreso, Ecuador

Abstract: Hydrocarbons extracted from reservoir sands of the Puná 1X borehole are primarily biogenic methane, but thermal gas and condensate in residual quantities also occur in many stratigraphic intervals. Some hidrocarbons show biodegradation or gas stripping and some do not. This suggests multiple generative histories with various types of gas and liquid thermal hydrocarbons followed by in-reservoir biodegradation and displacement by biogenic methane gas. Our data indicate that biogenic gas displacement of thermal hydrocarbons may not have occurred in every reservoir horizon of the borehole, especially those below the main seal and "pay section". This possibility should be evaluated further to determine whether future deep drilling for thermal oil and gas of the Puná 1X bereholes might be justified. In this regard, the study hidrocarbons were correlated with the probable source rock, the Dos Bocas Formation.

Keywords: petroleum, biodegradation, oil-source rock correlation, QEDA fingerprint, Progreso Basin, Ecuador.

Primeiros dados geoquímicos das lignites de uma nova ocorrência no Bilene, Gaza, Moçambique

First geochemical data of the lignites of a new occurrence in Bilene, Gaza, Mozambique

Flores, D.^{1*}, Suárez-Ruiz, I.², Nhamutole, N.³, Milisse, D.³, Araújo, R.^{4,5,6}

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e Instituto Ciências da Terra - Pólo da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto, Portugal.

² Instituto Nacional del Carbón (INCAR-CSIC), Ap. Co. 73, 33080 Oviedo, Espanha.

³ Museu Nacional de Geologia, Av. 24 de Julho nº 355, Maputo, Moçambique.

⁴ Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais nº1, Lisboa, Portugal.

⁵ Museum für Naturkunde, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin, Alemanha.

⁶ Institut des Sciences de l'Évolution, Université de Montpellier 2, França.

* dflores@fc.up.pt

Resumo: As camadas de lignite do Pleistocénico que afloram a sul do Bilene, entre o Lago Muândejé (Província de Maputo) e o Lago Nhachuendezo (Província de Gaza), constituem um depósito lagunar associado a um sistema de lagos costeiros com grandes dunas móveis. O estudo geoquímico (geoquímica orgânica e inorgânica) de cinco amostras destas lignites é apresentado neste trabalho. Os dados da geoquímica orgânica indicam que estas lignites apresentam rendimentos em cinzas elevados, sendo que algumas delas são consideradas rochas carbonosas. Os teores em matérias voláteis, C, H, N e O são considerados normais para lignites. O teor em enxofre total é baixo. As razões atômica H/C e O/C confirmam o grau de evolução da matéria orgânica (lignites). A composição em elementos maiores (SiO₂, Al₂O₃, K₂O) corrobora a composição mineralógica (clastos de quartzo e minerais de argila) identificada numa das amostras estudadas. O CaO e o St estão associados à matéria orgânica, ocorrendo o Ca associado aos humatos. A maioria dos elementos traço apresentam afinidade intermédia. O Zr e o Hf encontram-se ligeiramente a significativamente enriquecidos e estão associados ao zircão. O As mostra nestas amostras afinidade orgânica. O Rb apresenta afinidade inorgânica ocorrendo em silicatos.

Palavras-chave: Bilene/Macia, Moçambique, lignite, geoquímica orgânica, geoquímica inorgânica

Abstract: Pleistocene lignite seams outcrop in the Bilene area between Muândejé Lake (Maputo Province) and Nhachuendezo Lake (Gaza Province) and constitute a lagoon deposit associated with a system of coastal lakes with large movable dunes. The organic and inorganic geochemical study of five samples of these lignites is herein presented.

The organic geochemistry data indicates that these lignites have high ash yield, being some of them considered as carbonaceous rocks. The volatile matter, C, H, N and O contents are considered within the expected for lignites. The total sulfur content is low. The atomic ratios H/C and O/C confirm the rank of these lignites.

The major element contents (SiO₂, Al₂O₃, K₂O) corroborate the mineralogical composition (quartz clasts and clay minerals) identified in one of the studied samples. CaO and St are associated with organic matter, with Ca occurring as humates.

Most trace elements show intermediate affinity. Zr and Hf are slightly to significant enriched and are associated with zircon. In these samples As exhibits organic affinity. Rb displays inorganic affinity, occurring in silicates.

Keywords: Bilene/Macia, Mozambique, lignite, organic geochemistry, inorganic geochemistry

**Geoquímica Orgânica e dos
Recursos Energéticos**

**Geoquímica Orgánica y
Recursos Energéticos**

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Caracterização de rochas metassedimentares ricas em matéria orgânica do NW de Portugal através de microespectroscopia Raman

Characterization of carbon-rich metasedimentary rocks from NW Portugal by Raman microspectroscopy

Santos, A.C.*, Moreira, K., Guedes, A., Valentim, B.

DGAOT, and ICT/Porto, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto, Portugal
* anasantos@fc.up.pt;

Resumo: As rochas metassedimentares geralmente contêm material carbonoso derivado da matéria orgânica presente nas rochas sedimentares que lhes deram origem. Durante os processos de metamorfismo, essa matéria orgânica é exposta a condições físico-químicas que no limite podem levar à sua transformação em grafite. A análise da estrutura interna do material carbonoso através de microespectroscopia Raman pode ser utilizada para inferir a temperatura máxima atingida. O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do projecto CHARPHITE (3rd ERA-MIN 2015) e tem como objectivo a caracterização de rochas metassedimentares ricas em matéria orgânica de antigas minas de Terra Negra e Lugar da Igreja perto de Vila Nova de Famalicão, NW de Portugal. As rochas estudadas contêm material carbonoso desordenado que regista uma temperatura máxima de aproximadamente 480 °C relacionada com a intrusão do granito biotítico tardi tectónico de Guimarães.

Palavras-chave: Grafite, microespectroscopia Raman, geotermómetro da grafite.

Abstract: Metasedimentary rocks generally contain carbonaceous material derived from the organic matter present in the original sedimentary rocks. Throughout the processes of metamorphism, the organic matter is exposed to physico-chemical conditions that ultimately can lead to its transformation into graphite. The analysis of internal structure of the carbonaceous material via Raman microspectroscopy can be used to infer the maximum temperature reached. The present work was developed under the scope of CHARPHITE project (3rd ERA-MIN Call 2015) and aims the Raman microspectroscopy characterization of Carbon-rich metasedimentary rocks from Terra Negra and Lugar da Igreja old mines near Vila Nova de Famalicão, NW Portugal. The studied rocks contain disordered carbonaceous material that record a maximum temperature of approximately 480 °C related to the intrusion of the Guimarães late tectonic biotitic granite.

Keywords: Graphite, Raman microspectroscopy, graphite geothermometer.

Evaluación de los riesgos ambientales de los BTEX procedentes de las aguas de retorno de explotaciones de shale gas

BTEX environmental risk assessment from return waters of shale gas operations

Ma, L.^{1*}; Hurtado, A.²; Eguilior, S.²; Llamas Borrajo, J.¹

¹ Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid - Calle de Ríos Rosas 21, 28003 Madrid, Spain

² CIEMAT - Avda. Complutense 40, Edif. 20, 28040 Madrid, Spain

* ma.lanting@alumnos.upm.es

Resumen: Durante la fracturación hidráulica para mejorar la productividad del gas natural en formaciones de baja permeabilidad, toneladas de agua que contienen compuestos orgánicos regresan a la superficie con un riesgo de afectar negativamente el medio ambiente y la salud humana. El potencial vertido del agua de retorno que se almacena en la superficie en tanques de almacenamiento puede provocar la contaminación en los distintos compartimentos ambientales (agua subterránea, atmósfera y / o suelo), lo que crea un riesgo de impactos negativos en la salud humana.

El comportamiento dinámico de los compuestos en los diversos compartimentos ambientales para los diferentes escenarios asociados con el tipo de medio en el que se produciría el vertido se ha establecido a través de modelos para predecir su migración en las fases de gas y líquido disuelto dentro del área vadosa. Para este propósito, se ha desarrollado un modelo integral para evaluar los cambios de concentración a lo largo del tiempo de los diversos compuestos orgánicos durante el ciclo de vida operacional. Los resultados determinan que debe destacarse la importancia de los BTEX debido a su impacto en la salud humana.

Palabras clave: BTEX, gas de esquisto, evaluación de riesgos, fracturación hidráulica, agua de retorno

Abstract: During horizontal drilling and hydraulic fracturing to improve natural gas productivity in low permeability formations, tons of water which contain several organic compounds return to the surface with a potential risk of negatively impacting the surrounding environment and human health. When the return water is stored on the surface in storage tanks and/or ponds after hydraulic fracturing operations, wastewater spills can lead to contamination in the various environmental compartments (groundwater, atmosphere and/or soil) creating a risk of negative impacts on human health.

The dynamic behaviour of compounds in the various environmental compartments for the different scenarios associated with the type of medium where the spillage would occur has been established through models to predict their migration in the gas and dissolved liquid phases within the vadose area. For this purpose, a comprehensive model has been developed to assess the concentration changes over time throughout the operational life cycle of the various organic compounds. The results determine that the importance of BTEX should be highlighted because of its impact on human health.

Keywords: BTEX, Shale gas, Risk assessment, Hydraulic fracturing, Flowback water

Ensaio de carbonatação mineral de CO₂ no gabro do maciço de Sines - dados preliminares do projeto InCarbon

Experiments on mineral carbonation of CO₂ in gabbro's from the Sines massif - preliminary data from project InCarbon

Moita, P.^{1*}, Berrezueta, E.², Pedro, J.³, Miguel, C.¹, Massimo B.¹, Galacho, C.¹, Barrulas, P.¹, Mirão, J.¹, Carneiro, J.³

¹ Laboratório HERCULES, IIFA, Universidade de Évora, Largo Marquês de Marialva, 2, Évora, Portugal

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Oviedo, Espanha IGME, Espanha, Portugal

³ Instituto Ciências da Terra (ICT), IIFA Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, Évora Portugal

* pmoita@uevora.pt

Resumo: Portugal comprometeu-se com a neutralidade carbónica até 2050, mas o atual perfil de emissões do setor industrial indica a necessidade de recorrer a tecnologias de Captura e Armazenamento de CO₂ (CCS) para atingir esse objetivo. De entre essas tecnologias, a carbonatação mineral, i.e. a capacidade de precipitar CO₂ sob a forma de carbonatos por reação com alguns dos principais cátions presentes em silicatos, em rochas máficas (e.g. Ca²⁺, Fe²⁺), é uma das alternativas de sequestro de CO₂ mais estáveis e seguras. A eficiência da carbonatação mineral foi anteriormente demonstrada em rochas basálticas nos projetos CarbFix (Islândia) e Wallula (EUA). O projeto InCarbon pretende estudar a carbonatação mineral em rochas texturalmente mais grosseiras, nomeadamente em gabros e peridotitos que afloram no Alentejo, Portugal. Neste sentido o principal objetivo do projeto InCarbon é avaliar o potencial de carbonatação dessas rochas através de ensaios laboratoriais. O gabro do maciço subvulcânico de Sines foi selecionado para o primeiro teste laboratorial atendendo às suas características geoquímicas e mineralógicas, bem como à sua proximidade com o principal foco de emissões de CO₂ na região do Alentejo. A metodologia global passou por mapear os provetes de gabro através de VP-SEM-EDS e ATR-FTIR, após o que foram submersos em salmoura natural com CO₂ dissolvido em períodos de 1, 4, 16 e 64 dias, a uma pressão de 80 bar e temperatura de 40 °C. Posteriormente a estes ensaios os provetes de gabro foram novamente analisados por VP-SEM-EDS e ATR-FTIR. Simultaneamente, realizaram-se análises composicionais na salmoura e de XRD em amostra pulverizada de gabro. Os primeiros dados mostram essencialmente uma dissolução nos silicatos causando uma rugosidade textural, que se intensifica com o aumento dos dias de imersão em salmoura. O comportamento dos cátions na salmoura ao fim dos vários dias de ensaio é variável e não se detectou a precipitação de carbonatos.

Palavras-chave: CCS, Gabro, Sines, Salmoura, CO₂ supercrítico.

Abstract: Portugal has committed to achieve carbon neutrality by 2050, but the current profile of emissions from the industrial sector requires that CO₂ capture and storage technologies (CCS) are deployed to accomplish that target. Amongst those technologies, mineral carbonation, i.e. the ability to precipitate carbonates by reacting the main cations present in silicates in mafic rocks (e.g. Ca²⁺, Fe²⁺) with CO₂, turns these rocks the most stable and safe reservoirs. Project InCarbon embraces the challenge of studying mineral carbonation in texturally coarser rocks, namely gabbros and peridotites that outcrop in Alentejo, Portugal. In this sense the main goal of InCarbon is to infer the carbonation potential of those rocks under laboratory controlled conditions.

The gabbro from Sines subvolcanic massif was selected for the first laboratory experiments, given its geochemical and mineralogical features as well its proximity with emission sources in the Alentejo region. As a global methodology, the specimens were mapped through VP-SEM-EDS and ATR-FTIR, after which they were submerged in a brine and CO₂ mixture in cycles of 1, 4, 16 and 64 days at 80bar and 40 °C and later analyzed by the two cited techniques. At the same time, compositional analyzes of brine and XRD were conducted. The first results show essentially a dissolution of silicates, causing an increase in surface roughness with contact time with the CO₂ enriched brine. The behaviour of cations within brine after experiments is variable and no carbonates precipitation were detected.

Keywords: CCS, Gabbro, Sines, Brine, Supercritical CO₂.

Geoquímica dos Recursos Minerais

Geoquímica de los Recursos Minerales

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

Evolução dos Fluídos no Jazigo de Sn-W de Argozelo Gravado na Química da Apatite

Apatite Chemistry Recording Fluids' Evolution in Argozelo Sn-W deposit

Francisco, P.^{1*}, Gaspar, M.^{1,2}, Santos, P.³

¹ Dep. de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa

² Instituto Dom Luíz, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

³ Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A. Rua Sampaio e Pina nº1, 8º andar, 1070-248 Lisboa, Portugal

* p_martins94@hotmail.com

Resumo: A mina de Argozelo é uma mineralização filoneana de Sn-W localizada em Trás-os-Montes, 30 km a SE de Bragança. Estes veios de quartzo estão hospedados em rochas metassedimentares do Devónico superior da Zona Centro-Ibérica (ZCI) e são tidos como geneticamente relacionados com um corpo granítico em profundidade.

O presente estudo é baseado em amostras de sondagens efectuadas pela EDM, da área de prospeção de Argozelo. A análise petrográfica detalhada, mostra que alguns veios de quartzo estão mineralizados em cassiterite, volframite hubnerítica e/ou scheelite acompanhados por uma característica salbanda de apatite e moscovite. Na rocha encaixante, a apatite ocorre sob a forma de pequenos cristais, anédricos e disseminados, em bandas de metassomatoismo resultantes da difusão e circulação de fluídos mineralizantes.

Imagens de electrões retrodifundidos combinadas com quantificação química por microsonda electrónica permitiram-nos diferenciar 2 gerações de apatite. As apatites dos veios mineralizados apresentam um zonamento químico característico, com núcleos enriquecidos em Mn, Fe e Sr e empobrecidos em Ca (apatite 1) quando comparados com os bordos (apatite 2). A variação composicional das apatites é consistente com a deposição inicial de volframite hubnerítica observada, seguida da deposição tardia de scheelite, refletindo uma diminuição progressiva da actividade do Mn, Fe e Sr no fluido acompanhada do aumento relativo da actividade do Ca. O registo das variações químicas dos fluídos mineralizantes na composição química das apatites, constitui uma potencial ferramenta de prospecção geoquímica.

Palavras-chave: Apatite, Fluido mineralizante, Minerais Sn-W, Mineralizações filoneanas, Argozelo, Portugal.

Abstract: The Argozelo mine is a known Sn-W vein mineralization located in Trás-os-Montes, 30 km SE of Bragança. These quartz veins are hosted in upper Devonian metasedimentary rocks from the Central Iberian Zone (CIZ) and thought to be related with a hidden granitic body.

The current study is based on drill core samples collected in Argozelo prospect during EDM's exploration surveys. A detailed petrographic study showed that some quartz veins are mineralized in cassiterite, hubneritic wolframite and/or scheelite escorted by euhedral apatite and muscovite, mostly developing along vein selvages. Multiple, small, anhedral, and disseminated apatite crystals are found in the metasedimentary wall rocks in metasomatic envelopes around the veins, as a result of diffusion and circulation of the mineralizing fluids.

Backscattering imaging and electron microprobe analyses allowed to differentiate 2 apatite generations. Apatite from the mineralized veins are chemically zoned with cores enriched in Mn, Fe, and Sr and depleted in Ca (apatite 1) when compared to rims (apatite 2). Wall rock apatites are generally not zoned and typically similar to apatite 2, yet some type 1 apatite occur. This compositional variation on apatites is consistent with the observed early deposition of hubneritic wolframite followed by later scheelite, reflecting a progressive decrease in Mn, Fe, and Sr activities in the fluid concomitant with a Ca activity increase. Apatite is, thus, recording chemical variations in the mineralizing fluids, and therefore has the potential to be used as a geochemical exploration tool.

Keywords: Apatite, Ore-forming fluid, Sn-W minerals, Vein mineralization, Argozelo, Portugal.

Turmalinização associada às mineralizações de Sn-W da Mina de Vale Pião (Góis)

Tourmalinization associated with Sn-W mineralizations of Vale Pião Mine (Góis)

Martins, J.^{1*}, Gaspar, M.^{1,2}, Lobarinhas, D.³

¹ Dep. de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa

² Instituto Dom Luíz, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

³ EDM - Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A., Rua Sampaio e Pina nº1, 8º andar, 1070-248 Lisboa

* ines_imf@hotmail.com

Resumo: A Mina de Vale Pião, situada em Góis, alberga um conjunto de mineralizações de estanho e tungsténio, com cassiterite, volframite e scheelite. Através de uma caracterização petrográfica detalhada de testemunhos de sondagem foi identificado um intervalo de turmalinização intensa, associado às mineralizações de Sn-W. O estudo da química mineral das turmalinas foi efetuado por microsonda electrónica. Os resultados obtidos demonstram que é possível distinguir, no mínimo, duas gerações de turmalinas, compagináveis com os zonamentos observados nas mesmas. As turmalinas de 1ª geração (núcleos), relativamente enriquecidas em Mg e Ca, estarão associadas a um evento de metamorfismo de contacto induzido pela intrusão de um corpo granítico não aflorante na região, enquanto as turmalinas de 2ª geração (bordos), enriquecidas em Fe e F, estarão relacionadas com o evento mineralizante que conduziu às mineralizações Sn-W da região de Góis. A variabilidade composicional de turmalinas afigura-se como um bom proxy para Sn-W e poderá constituir um excelente guia de prospecção em toda a ZCI.

Palavras-chave: Vale Pião, Turmalina, Sn-W, prospecção.

Abstract: Located near Góis, the Vale Pião Mine hosts a set of tin and tungsten mineralizations with cassiterite, wolframite, and scheelite. From a drill core detailed petrographic study, an intense tourmalinization halo, associated with the Sn-W mineralizations, was recognized. Tourmaline chemistry was investigated by electron microprobe analyses. Results show, at least, two generations of chemical distinct tourmaline, consistent with the observed zoned patterns. First generation tourmaline (cores) are enriched in Mg and Ca and depleted in Fe and F relative to 2nd generation tourmaline (rims). First generation tourmaline should have developed during contact metamorphism associated with a hidden granitic body at depth. On the other end, 2nd generation tourmaline seems to be recording a mineralizing event associated with the Góis Sn-W mineralizations. The compositional variability of tourmaline seems a good proxy for Sn-W and, therefore, can be a useful exploration tool in ZCI.

Keywords: Vale Pião, Tourmaline, Sn-W, Exploration

Variabilidade composicional de fases minerais óxidas nos granitos de Ribeira e Paredes (NE Trás-os-Montes); implicações metalogenéticas

Compositional variability of oxide mineral phases in granites from Ribeira and Paredes (NE Trás-os-Montes); metallogenic implications

Dias, M.^{1*}, Mateus, A.^{1,2}, Santos, P.²

¹ Dep. de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

² IDL – Instituto Dom Luiz, Edifício C1, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

³ Empresa de Desenvolvimento Mineiro, Rua Sampaio e Pina nº 1, 8º andar, 1070-248 Lisboa, Portugal

* maria.antunes.dias@hotmail.com

Resumo: Os jazigos filonianos de estanho e volfrâmio de Paredes, Ribeira e Argozelo, localizados no antiforma de Chaves-Miranda do Douro, ocorrem associados a granitos de duas micas ou a cúpulas graníticas não aflorantes, eventualmente com potencial para conterem mineralizações disseminadas. As associações minerais de óxidos presentes nas rochas graníticas e em rochas calcossilicatadas de Paredes e Ribeira, bem como as respetivas assinaturas composicionais, exibem diferenças que sugerem percursos evolutivos algo distintos para os dois sistemas e que podem ser úteis na definição de vetores e/ou indicadores de sistemas mineralizantes. Comparativamente a Paredes, as rochas graníticas de Ribeira revelam disseminações de cassiterite mais abundantes e os óxidos analisados (cassiterite, fases de TiO_2 e columbo-tantalite) tendem a mostrar maiores enriquecimentos em Nb, Ta e Sn. Em ambos os casos, os óxidos documentam tendências para co-variações entre enriquecimentos de Sn-Ta($\pm$ Nb) e de W-Nb($\pm$ Ta), análogos aos verificados em outros eixos mineralizantes da Zona Centro-Ibérica.

Palavras-chave: cassiterite, fases de TiO_2 , columbo-tantalite, Paredes, Ribeira

Abstract: The tin-tungsten lode type deposits of Paredes, Ribeira and Argozelo, located in the Chaves-Miranda do Douro antiform, are associated with two-mica granites or hidden granitic cupolas that may potentially host disseminated mineralization. The oxide minerals assemblages in granites and calc-silicate country rocks of Paredes and Ribeira, as well as their compositional signatures, show notable differences, suggesting somewhat different evolving pathways for the two systems, which may be useful in the definition of footprints and/or fingerprints for mineralizing systems. In comparison with Paredes, the granitic rocks of Ribeira display more abundant cassiterite disseminations and the analysed oxide minerals (cassiterite, TiO_2 phases and columbo-tantalite) tend to show higher enrichments in Nb, Ta, and Sn. In both cases, the oxide minerals also document trends for co-variations between enrichments in Sn-Ta ($\pm$ Nb) and W-Nb ($\pm$ Ta), similar to those observed in other mineralizing systems of the Central-Iberian Zone.

Keywords: cassiterite, TiO_2 phases, columbite-tantalite, Paredes, Ribeira.

Evolução térmica do sistema mineralizado W-Sn(-Cu) da Panasqueira (Portugal): aplicação dos geotermómetros pirite-pirrotite e arsenopirite

Thermal evolution of the W-Sn(-Cu) Panasqueira ore system (Portugal): application of pyrite-pyrrhotite and arsenopyrite geothermometers

Martins, I.^{1,2*}, Mateus, A.^{1,2}, Figueiras, J.^{1,2}, Rodrigues, P.^{1,2}, Pinto, F.³

¹ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C6, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

² IDL – Instituto Dom Luiz, Edifício C1, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

³ Beralit Tin & Wolfram Portugal, 6225-051 Barroca Grande, Portugal

* ijmartins@fc.ul.pt

Resumo: A Panasqueira é um depósito filoniano de W-Sn(-Cu) de classe mundial hospedado em sequências metassedimentares. A recorrência de deposição dos sulfuretos durante a evolução do sistema mineralizante sugere a possibilidade de usar os geotermómetros Py-Po e Apy no reconhecimento de algumas das características T-X dos fluidos mineralizantes. A formação de Apy I durante o 1º estágio evolutivo (DSA) ocorre sob temperatura média de $498 \pm 46^\circ\text{C}$ e $\log a_{\text{S}_2}$ de -5.974 ± 1.944 . O início do estágio evolutivo seguinte (DSB) é marcado pela deposição de Apy II sob temperatura média de $468 \pm 8^\circ\text{C}$ e $\log a_{\text{S}_2}$ de -5.092 ± 0.247 . A deposição algo tardia de Po I deverá ter ocorrido sob temperatura mediana de $406 \pm 3^\circ\text{C}$ e $\log a_{\text{S}_2}$ de -6.962 ± 0.097 . O 3º estágio evolutivo (DSC) inclui o desenvolvimento de Apy III sob temperatura média de $437 \pm 27^\circ\text{C}$ e $\log a_{\text{S}_2}$ de -5.860 ± 0.953 . Estes resultados são compatíveis com outras informações obtidas por via independente, suportando a inferência de um importante episódio de rejuvenescimento magmático-hidrotermal após o principal estágio de deposição de sulfuretos.

Palavras-chave: Panasqueira, depósito filoniano, evolução térmica, química mineral, termoquímica de sulfuretos

Abstract: Panasqueira is a world-class W-Sn(-Cu) lode-type deposit hosted in metasedimentary sequences. The recurrence of sulphide deposition throughout the mineralizing system evolution suggests the possibility of use the Py-Po and Apy geothermometers to assess some of the ore-forming fluids T-X characteristics. Apy I precipitates during the 1st evolving stage (DSA) under a mean temperature of $498 \pm 46^\circ\text{C}$ and $\log a_{\text{S}_2}$ of -5.974 ± 1.944 . The onset of the 2nd evolving stage (DSB) includes the growth of Apy II under a mean temperature of $468 \pm 8^\circ\text{C}$ and $\log a_{\text{S}_2}$ of -5.092 ± 0.247 . The somewhat late deposition of Po I should take place under a median temperature of $406 \pm 3^\circ\text{C}$ and $\log a_{\text{S}_2}$ of -6.962 ± 0.097 . The 3rd evolving stage (DSC) includes the development of Apy III under temperature conditions of $437 \pm 27^\circ\text{C}$ and $\log a_{\text{S}_2}$ of -5.860 ± 0.953 . These results are consistent with other information independently compiled, supporting the inference of an important magmatic-hydrothermal rejuvenation episode after the main sulphide depositional stage.

Keywords: Panasqueira, lode-type deposit, thermal evolution, mineral chemistry, sulphide thermochemistry.

Cassiterites de diferentes idades como prova de vários períodos de deposição na Província Metalogénica Estano-Tungstífera Portuguesa

Cassiterites with different ages as proof of several deposition periods in the Portuguese Tin-Tungsten Metallogenic Province

Noronha, F.^{1*}, Ramos, V.¹, Leal, S.¹, Filipe P.², Zhang, R.³

¹ Instituto de Ciências da Terra – Pólo Porto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal

² Beralt Tin & Wolfram S.A., Geology Department, Panasqueira, Portugal

³ State Key Laboratory for Mineral Deposits Research Nanjing University, Nanjing 210093, China

* fmnoronha@fc.up.pt

Resumo: Com este trabalho pretende-se contribuir para a determinação da idade das mineralizações de Sn da “Província Metalogénica Estano-Tungstífera” datando cassiterites com ablação laser U-Pb. O conteúdo em U das cassiterites é variável e as idades variam no amplo intervalo dos 331 aos 295 Ma. Algumas amostras exibem grandes erros analíticos (Gonçalo 295±21 Ma; Pedra Alta (Argemela) 328±18 Ma e Seixoso 316±13 Ma), mas outras revelam pequenos erros analíticos (Panasqueira 303±3,3 Ma e 301±4,2 Ma; Vieiros 310±6 Ma; Ervedosa 318,8±5,6 Ma; e Montesinho 331±5,6 Ma). Existiram quatro estádios de deposição de cassiterite: I) o mais precoce (≈331 Ma), em veios de quartzo em leucogranitos deformados ricos em moscovite (mos); II) 318,8±5,6 Ma, em veios de quartzo no exocontacto de granitos de duas micas; III) 310±6 Ma, em pegmatitos no exocontacto de leucogranitos biotítico-moscovíticos; IV) em filões no jazigo W-Sn da Panasqueira. Num período de cerca de 30 Ma ocorreram várias expressões de granitos com metais raros, sincollisionais, e mineralizações associadas, sendo a mais antiga contemporânea do metamorfismo regional e a mais recente com cerca de 300 Ma na Panasqueira.

Palavras-chave: Idades U-Pb, cassiterites, filões de quartzo, pegmatitos

Abstract: This work intends to contribute to the estimation of Sn mineralization ages in the “Tin-Tungsten Metallogenic Province” by means of laser ablation U-Pb isotopic dating in cassiterites. The U content in cassiterites is variable and the ages widely range from 331 to 295 Ma. Some samples exhibit large analytical errors (Gonçalo 295±21 Ma; Pedra Alta (Argemela) 328±18 Ma and Seixoso 316±13 Ma), but others display rather small analytical errors (Panasqueira 303±3,3 Ma and 301±4,2 Ma; Vieiros 310±6 Ma; Ervedosa 318,8±5,6 Ma; and Montesinho 331±5,6 Ma). Four stages of cassiterite deposition can be defined: I) the older (≈331 Ma), in quartz veins in muscovite (mus)-rich deformed granites; II) 318,8±5,6 Ma, in quartz veins in the exocontact of two-mica granites (mus>biotite (bi)); III) 310±6 Ma, in pegmatites in the exocontact of leucogranites (bi=mus); IV) in veins of the W-Sn Panasqueira deposit. A cycle of about 30 Ma characterizes the range of ages of the syncollisional granitic magmatism and associated mineralizations, being the oldest one concurrent with the regional metamorphism and the most recent with ca.300 Ma at Panasqueira.

Keywords: U-Pb ages; cassiterites; quartz veins; pegmatites

Granitóides tardi-orogénicos Variscos do Norte e Centro de Portugal: suscetibilidade magnética, série magnetite/ilmenite e potencial metalogénico

Late-orogenic Variscan granitoids from N and Centre of Portugal: magnetic susceptibility, magnetite/ilmenite series and metallogenic potential

Gonçalves, A.^{1*}, Sant'Ovaia, H.¹, Noronha, F.¹

¹ Instituto de Ciências da Terra (Polo Porto), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo alegre, s/n, 4169-007 Massarelos, Porto, Portugal

* ana.goncalves@fc.up.pt

Resumo: Granitóides tardi-orogénicos Variscos foram estudados do ponto de vista do comportamento magnético, condições de génese e ascensão dos magmas e potencial metalogénico. Para tal foram utilizados valores de suscetibilidade magnética (K_m) e análises químicas de rocha total recolhidos da literatura publicada. A K_m permitiu verificar a existência de diferentes comportamentos magnéticos: (i) puramente paramagnéticos – “*ilmenite-series*”; (ii) puramente ferromagnéticos – “*magnetite-series*”; e, (iii) compósitos que variam desde para- a ferromagnéticos. A relação entre as condições redutoras ($Fe_2O_3/FeO < 0.4$) e oxidantes ($Fe_2O_3/FeO > 0.4$) e as séries graníticas tipo ilmenite e tipo magnetite definidas pela K_m , respetivamente, é, geralmente, direta. Granitos biotíticos peraluminosos do tipo-ilmenite apresentam maiores afinidades para a geração de depósitos metálicos de Sn do que W.

Palavras-chave: granitóides tardi-orogénicos, suscetibilidade magnética, condições oxidantes/redutoras, mineralizações.

Abstract: Late-orogenic Variscan granitoids were studied from the standpoint of its magnetic behavior, conditions of genesis and ascent of magmas and its metallogenic potential. In order to achieve these aims, were used the magnetic susceptibility values (K_m) and whole rock geochemical analysis collected in the literature. The magnetic susceptibility allowed to verify the existence of distinct magnetic behaviors: (i) purely paramagnetic - *ilmenite-series*; (ii) purely ferromagnetic – *magnetite-series*; and, (iii) composite which varies from para- to ferromagnetic. The relationship between reduced ($Fe_2O_3/FeO < 0.4$) and oxidized ($Fe_2O_3/FeO > 0.4$) conditions and the ilmenite and magnetite series, respectively, is, generally, straightforward. Peraluminous biotite granites have higher affinities for the generation of Sn metallic deposits than W.

Keywords: late-orogenic granitoids, magnetic susceptibility, oxidized/reduced conditions, mineralizations.

Mineralogia e temperatura de formação das mineralizações auríferas de Bigorne, Norte de Portugal

Mineralogy and formation temperature of gold mineralizations from Bigorne, North Portugal

Leal, S.^{1,2*}, Noronha, F.¹, Lima, A.^{1,2}

¹ Instituto de Ciências da Terra – Pólo Porto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal

² Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto, Portugal

* sarafleal@fc.up.pt

Resumo: As mineralizações de ouro de Bigorne estão localizadas na Zona Centro Ibérica e ocorrem em jazigos filonianos intragraníticos do tipo “*sheeted-veins*”. As estruturas mineralizadas cortam granitos biotíticos, tardi- a pós-D3; são subverticais e têm direção paralela à das falhas regionais NNE-SSW, como a falha Penacova-Régua-Verín. A associação mineralógica presente é a seguinte: arsenopirite ± pirite ± bismutinite ± teluretos ± bismuto e Au-nativo. As análises de microsonda eletrónica nas partículas de Au revelaram baixos teores de Ag (Au-nativo), que ocorre de duas formas: i) em agregados com bismuto, minerais de Bi-Te e com a maldonite em microcavidades na arsenopirite; ii) em partículas de maiores dimensões em fraturas na arsenopirite e na pirite. A presença de Au-nativo, Bi e teluretos e as suas relações texturais (*bismuth scavenger model*) permitiu inferir as seguintes condições de temperatura de deposição: Bi-nativo - 271°C; Maldonite - 241°C; minerais de Bi-Te - 266°C; Au-Bi-Te - 235°C. O Au-nativo de maiores dimensões poderá ter origem na decomposição da maldonite (Au + Bi) e/ou na remobilização de Au-nativo a mais baixas temperaturas.

Palavras-chave: Bigorne, mineralizações de ouro, bismuto, telúrio.

Abstract: The Bigorne gold deposit is located in the Central Iberian Zone, and is an intragranitic gold-bearing quartz vein system in sheeted veins. The quartz-veins crisscross late- to post-D3 biotitic granites. These veins are subvertical and are parallel to major fault zones orientated NNE-SSW, such as the Penacova-Régua-Verín fault. The present mineralogical association is as follows: arsenopyrite ± pyrite ± bismuthinite ± tellurides ± bismuth and native Au. Electron microprobe analysis in the Au particles revealed low levels of Ag (native Au) occurring in two modes: i) in aggregates with bismuth, Bi-Te minerals and maldonite in microcavities in arsenopyrite; ii) larger particles in fractures in arsenopyrite and pyrite. The presence of native Au, Bi and tellurides as well as their textural relations (*bismuth scavenger model*) allowed inference of the following deposition temperatures: native Bi - 271°C; Maldonite - 241 °C; Bi-Te minerals - 266 °C; Au-Bi-Te-235 °C. The larger native Au, which occurs in arsenopyrite and pyrite fractures, may be originate from the decomposition of maldonite (Au + Bi) and / or native Au remobilization at lower temperatures.

Keywords: Bigorne, gold mineralizations, bismuth, tellurium.

Mapeamento geoquímico de alta resolução na mina de Mociços (Zona de Ossa-Morena, Portugal). Contributos de métodos de aprendizagem máquina.

High resolution geochemical mapping in the Mociços mine (Ossa-Morena Zone, Portugal). Contributes from machine learning methods.

Noqueira, P.^{1,2*}, Vicente, S.², Maia, M.², Roseiro, J.², Matos, J.X.³

¹ Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora. Apartado 94, 7000 Évora, Portugal.

² Instituto de Ciências da Terra. Apartado 94, 7000 Évora, Portugal.

³ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Campus de Aljustrel; Bairro da Vale d'oca 14, 7601-909 Aljustrel

* pmn@uevora.pt

Resumo: A mina de Mociços foi explorada para cobre no início do século XX. Uma campanha recente de geoquímica de solos com um equipamento portátil de fluorescência de raios-X permitiu mapear com alta definição o envolvente desta antiga exploração. A análise dos resultados com recurso a métodos de aprendizagem máquina, nomeadamente, análise de componentes principais, aglomeração hierárquica e k-média e respetivo mapeamento das observações permite melhor entender o comportamento geoquímico dos elementos.

A análise de componentes principais e o método de k-média tem resultados semelhantes e permitem definir a zona da mineralização e de rochas filonianas ácidas aflorantes. O método de aglomeração hierárquica permite agrupar, além das zonas mineralizadas, os materiais das escombreyras. Através do mapeamento espacial foi possível identificar as regiões marcadas pelo comportamento geoquímico do cobre e do zinco assim como encontrar relações entre o filão mineralizado e rochas ácidas aflorantes na região.

Palavras-chave: Mina dos Mociços, Cobre, Análise de componentes principais, Aglomeração hierárquica, k-média

Abstract: The Mociços mine was exploited for copper in the early twentieth century. A recent soil geochemistry campaign with portable X-ray fluorescence equipment permitted to map the surroundings of this ancient mine with high resolution. The analysis of the results using machine learning methods, namely, principal component analysis, hierarchical and k-mean clustering, and the mapping of the observations, allows a better understanding of the geochemical behavior of the elements.

The principal component analysis and the k-means method have comparable results and allow to define the zone of mineralization and the outcropping of a dyke of acid rocks. The hierarchical agglomeration method allows to group the mineralized zones with the mine waste sites. Using the spatial mapping of the clusters it was possible to identify the regions marked by the geochemical behaviour of copper and zinc as well as to find relationships between the mineralized vein and outcropping acid rocks in the region.

Keywords: Mociços mine, Copper, Principal components analysis, hierarchical clustering, k-means

O depósito cuprífero do Barrigão: tenantite-tetraedrite para aplicações termoeléctricas e de alta tecnologia

The Barrigão copper deposit: tennantite-tetrahedrite for thermoelectric and high-technology applications

De Oliveira, D.¹, Silva, T.P.¹, Reiser, F.², Guimarães, F.³, Neves, F.⁴

¹ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Recursos Minerais e Geofísica, Estrada da Portela, Bairro do Zambujal – Alfragide, Apartado 7586, 2610-999 Amadora, Portugal

² ProGraphite GmbH, Dr.-Schindler-Str. 9, 94107 Untergriesbach, Germany

³ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Ciência e Tecnologia Mineral, Rua da Amieira, 4465-021 S. Mamede de Infesta, Portugal

⁴ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Energias Renováveis e Integração de Sistemas de Energia, Estrada do Paço do Lumiar, 22, 1649-038 Lisboa, Portugal

* daniel.oliveira@lneg.pt

Resumo: O depósito filoniano de cobre re-mobilizado do Barrigão é revisitado à luz da importância da tetraedrite-tenantite como fonte de matérias-primas críticas (MPC) da UE, bem como a pesquisa de materiais para o desenvolvimento de tecnologias colectoras de energia termoeléctrica (TE) e solar. A transição para economias descarbonizadas (+ e-mobilidade) e a completa implementação da economia circular implica inovação contínua em materiais e em tecnologias de energia com baixo teor de carbono. A continuada importância estratégica das matérias-primas para a indústria transformadora da UE, o antimónio, entre outras 25 matérias-primas minerais, foi adicionado à lista mais recente de MPC. O Barrigão está estruturalmente associado a uma zona de falha tardi varisca com orientação NE-SW. O minério, tipo brecha, com até quatro estágios de deposição, é dominado por calcopirite + tenantite-tetraedrite, com arsenopirite, pirite e löllingite. Amostras compostas seleccionadas da escombreira foram moídas (1-2 e 2-4 mm) e os grãos de tetraedrite-tenantite foram extraídos e caracterizados química e mineralogicamente para serem aplicados em testes para produzir materiais TE.

Palavras-chave: Barrigão, antimónio, tenantite-tetraedrite, materiais termoeléctricos, matérias-primas críticas

Abstract: The Barrigão re-mobilised copper vein deposit is revisited in the light of tetrahedrite-tennantite importance for EU Critical Raw Materials (CRM) knowledge as well as material research for development of thermoelectric (TE) and solar energy harvesting technologies. The transition to decarbonised economies (+ e-mobility) and full circular economy implementation implies continuous innovation in materials and in low-C energy technologies. The continued strategic importance of raw materials for the EU manufacturing industry, antimony, amongst another 25 mineral raw materials, was added to the latest list of CRM. Barrigão is structurally associated with an inferred late Variscan NE–SW striking fault zone. The ore, dominated by chalcopyrite + tennantite-tetrahedrite, with minor arsenopyrite, pyrite, and löllingite, is a breccia-type ore, characterised by up to four ore-forming stages. Hand selected composite mine dump samples were crushed (1-2 and 2-4 mm) from where tetrahedrite-tennantite grains were handpicked and chemically and mineralogically characterised for application in future tests to produce TE materials.

Keywords: Barrigão, antimony, tennantite-tetrahedrite, thermoelectric materials, CRM

Estudo Químico de Crostas Ferro-manganesíferas do Nordeste Atlântico

Chemical Study of Ferromanganese Crusts from the Northeast Atlantic

Pereira, A.R.^{1*}, Gonçalves, M.A.², Mirão, J.³, Moita, P.^{3,4}, Barrulas, P.⁴, Madureira, P.^{3,5}

¹Dep. Geology, Faculty of Sciences University of Lisbon, Lisbon, Portugal

²Dep. Geology and IDL, Faculty of Sciences University of Lisbon, Lisbon, Portugal,

³Dep. de Geociências/Instituto de Ciências da Terra, University of Évora, Largo Marquês de Marialva 8, Évora, Portugal Portugal

⁴HERCULES Laboratory, University of Évora, Largo Marquês de Marialva 8, Évora, Portugal

⁵Task Group for the Extension of the Continental Shelf, R. Costa Pinto, 165, Paço de Arcos, Portugal

*ritapereira1993@gmail.com

Resumo: Numa campanha realizada em 2007 pela EMEPC (EMEPC/Açores/G3/2007) no NE Atlântico (sul do arquipélago dos Açores), foram recolhidas diversas amostras de crostas Ferro-manganesíferas (crostas de Fe-Mn) em 5 locais diferentes: Zona de Fractura Este dos Açores e nos montes submarinos Atlantis, Plato, Small Hyeres e Great Meteor. A sua química mineral indica que a grande maioria das amostras são construídas por camadas típicas de margem continental e as restantes são tipicamente hidrógenas. A maioria das crostas apresentam concentrações de Fe superiores às de Mn, contudo a concentrações médias de Co para os montes Plato, Small Hyeres e Great Meteor são superiores às médias observadas para o oceano Pacífico (*N. Pacific Prime Zone*) e as concentrações de Ni, são superiores às médias observadas no Atlântico. Embora, as crostas de Fe-Mn destes montes possam apresentar elevadas concentrações de Co e Ni, ainda é necessário complementar o conhecimento geológico existente sobre as mesmas.

Palavras-chave: Crostas Ferro-manganesíferas, Atlântico, Cobalto

Abstract: During the 2007 EMEPC campaign (EMEPC/Açores/G3/2007) in the NE Atlantic Ocean (south of the Azores), several samples of ferromanganese crusts (Fe-Mn crusts) were collected in 5 locations: East Azores Fracture Zone (EAFZ) and Atlantis, Plato, Small Hyeres and Great Meteor seamounts. Their mineral chemistry indicates that most samples are composed of continental-margin-type layers and the rest are typically hydrogenetic. Most samples have Fe concentrations higher than Mn. However, the average concentrations of Co for Plato, Small Hyeres, and Great Meteor seamounts are higher than average for the Pacific Ocean (*N. Pacific Prime Zone*) and the average Ni concentrations, are higher than average for the Atlantic Ocean. While, this Fe-Mn crusts from these seamounts may present high concentrations for Co and Ni, it still needs a much more deepen geologic knowledge.

Keywords: Ferromanganese Crusts, Atlantic, Cobalt

Geoquímica dos Recursos Minerais

Geoquímica de los Recursos Minerales

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Cartografía y exploración geoquímica basada en muestras de suelos residuales tomadas en la Faja Pirítica Ibérica (España)

Geochemical mapping and exploration with residual soils in Spanish Pyrite Belt

Martín-Méndez, I.^{1*}, Bel-Lán, A. ¹, Locutura, J.

¹ Insitituto Geológico y Minero de España, Unidad de Geoquímica. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.

* i.martin@igme.es

Resumen: El objetivo principal de este estudio es la elaboración de una Base de Datos geoquímicos a partir de los análisis químicos de muestras de suelos residuales tomadas en la Faja Pirítica española (FPe) y, a partir de ellos, adquirir un conocimiento de la abundancia y distribución espacial de los elementos químicos, así como de las causas que controlan a éstas. Asimismo, se pretende valorar la variabilidad general de los diferentes elementos, determinar las principales asociaciones geoquímicas que gobiernan el comportamiento y distribución espacial de los elementos, distinguir las principales anomalías de los elementos o asociaciones de éstos (asociaciones geoquímicas anómalas), conocer su significación y distinguir los principales dominios geoquímicos y su sentido.

Palabras clave: cartografía geoquímica, Faja Pirítica, suelos residuales, geoquímica multielemental.

Abstract: The main objective of this study is the developmet of a geochemical database based on results of chemical analyses of residual soils from the panish Pyrite Belt that may support further understanding about the concentration levels and spatial distribution of chemical elements. Also, we expect to asses the general variability of different chemical element and determine the main geochemical associations that rule the behavior and spatial distribution of the elements, therefore distinguishing the main geochemical anomalies of the elements or associations of the elements (anomalous geochemical associations), to know its meaning and distinguish the main geochemical domains and their significance.

Keywords: Geochemical mapping, Pyrite Belt, residual soils, multielemental geochemistry.

Utilização da técnica de Mobile Ionic Leach na deteção de mineralizações de sulfuretos maciços a grandes profundidades – Caso de estudo do depósito do Lombador, Neves-Corvo, Portugal

Use of the Mobile Ionic Leach technique in the detection of massive sulphide mineralisations at great depths – Case study of the Lombador deposit, Neves-Corvo, Portugal

Morais, I.^{1*}, Batista, M.J.², Albardeiro, L.¹, Matos, J.X.¹, Mirão, J.³, Rosado, L.³, De Oliveira, D.², Pacheco, N.⁴, Araújo, V.⁴

¹ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Apartado 14, 7600-909 Aljustrel

² Laboratório Nacional Energia e Geologia, Apartado 7586, 2721-866 Amadora, Portugal

³ Laboratório Hércules, Universidade de Évora, 7000-809 Évora, Portugal

⁴ Somincor-Lundin Mining, Santa Bárbara dos Padrões, Castro Verde, Portugal

* igor.morais@lneg.pt

Resumo: A Faixa Piritosa Ibérica (FPI) é uma das maiores e mais produtivas províncias metalogenéticas de sulfuretos maciços vulcanogénicos do mundo. O depósito de Neves-Corvo é de carácter excepcional tanto pela sua tonelagem total (>300 Mt) quer pelos seus teores em Cu, Zn e Sn. O interesse em encontrar depósitos semelhantes e a profundidades significativas é manifesto pelo continuado e crescente interesse em prospeção mineral na FPI. Com este objetivo, a técnica de *Mobile Ionic Leach* (MIL) tem sido amplamente utilizada para a deteção de depósitos minerais, pois permite detectar anomalias geoquímicas bastante ténues. Neste trabalho foi aplicada a técnica MIL em amostras de solos sobre, e nas imediações, do jazigo do Lombador (mina de Neves-Corvo), localizado a profundidades conhecidas entre os 400 e os 1200 m. Numa primeira abordagem foi possível identificar anomalias com orientação N-S relacionadas possivelmente com falhas subverticais que cortam a mineralização de sulfuretos maciços. A fraturação presente na área, por vezes bastante profunda, terá permitido a ascensão de metais como o Cu, Zn, Pb, Se, As, Ag e Hg, por processos de lixiviação e remobilização.

Palavras-chave: Mobile Ionic Leach, sulfuretos maciços, Neves-Corvo

Abstract: The Iberian Pyrite Belt (IPB) is one of the largest and most productive metallogenic province of volcanogenic massive sulphides worldwide. The Neves-Corvo deposit is exceptional because of its total tonnage (>300 Mt) and high grades in Cu, Zn and Sn. The continued exploration for similar deep deposits in the IPB is an evidence of the high mineral potential of the IPB. The Mobile Ionic Leach (MIL) technique has been widely used for mineral deposits detection because it allows detection of weak geochemical anomalies. In this work, the MIL technique was applied to soil samples, and in the proximity of, the Lombador orebody (Neves-Corvo mine), located at known depths ranging from 400 to 1200 m. In a first approach, it was possible to identify N-S direction anomalies possibly related to deep subvertical faults that cut the massive sulphide mineralization. The sometimes quite deep fracture system present in the study area, were probably conduits for metals such as Cu, Zn, Pb, Se, As, Ag and Hg, through lixiviation and remobilization phenomena.

Keywords: Mobile Ionic Leach, massive sulphides, Neves-Corvo

Processamento estatístico e análise de componentes principais de dados geoquímicos de sedimentos de corrente para prospecção de Li

Statistical processing and principal component analysis of geochemical data from stream sediments for Li exploration

Lima, J.^{1,2*}, Cardoso-Fernandes, J.^{1,2}, Lima, A.^{1,2}, Teodoro, A.C.^{1,2}, Roda-Robles, E.³

¹ Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, DGAOT, Rua Campo Alegre, Porto, Portugal

² ICT (Instituto de Ciências da Terra) – Polo do Porto, Portugal

³ Dpto. Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa, Spain

* jlma.geol@gmail.com

Resumo: Dados geoquímicos de sedimentos de corrente da região de Fregeneda-Almendra foram preliminarmente analisados por meio de estatística elementar e análise de componentes principais (PCA) para avaliar a associação entre sete elementos selecionados (Li, Sn, As, B, Ba, Sr e Nb) com a finalidade de prospecção de lítio em pegmatitos. Foi aplicada transformação logarítmica aos dados brutos a fim de reduzir a sua assimetria e o método de padronização foi utilizado para evitar erros de interpretação devido à presença de subconjuntos não identificados dentro da população. Além disso, um dendrograma, com os dados de 34 elementos transformados logaritmicamente e padronizados, foi construído de modo a tentar agrupar as variáveis correlacionadas e posteriormente foi comparado com os resultados da PCA. Duas associações principais foram interpretadas com os métodos referidos: Sn-Li-Nb e Ba-Sr, com relação antipatética entre si. Outra associação foi B-As, embora menos prontamente observada pela PCA. Precisam ser feitas investigações adicionais antes que estes resultados possam ser aplicados com precisão na prospecção de Li.

Palavras-chave: estatística elementar, PCA, sedimentos de corrente, geoquímica, lítio.

Abstract: Geochemical stream sediment data from Fregeneda-Almendra region were preliminary analyzed through elementary statistics and principal component analysis (PCA) to assess the association among seven selected elements (Li, Sn, As, B, Ba, Sr and Nb) for purposes of lithium exploration in pegmatites. Log-transformation was applied to the raw data in order to reduce their asymmetry and the method of standardization was employed to avoid misinterpretations due to the presence of unidentified subsets inside the data. In addition, a dendrogram with the standardized log- transformed data of 34 elements was built as an attempt of grouping the correlated variables and was later compared to the PCA results. Two main associations were interpreted with the referred methods: Sn-Li-Nb and Ba-Sr, with an antipathetic relation between each other. Another association was B-As, though less readily observed through PCA. Further investigations need to be done before these results can be accurately applied in Li exploration.

Keywords: elementary statistics, PCA, stream sediments, geochemistry, lithium.

Estudo mineralógico e geoquímico do jazigo de Sn-W da Bejanca, distrito de Viseu, Portugal

Mineralogical and geochemical study of the Sn-W deposit of Bejanca, Viseu district, Portugal

Carvalho, C.^{1*}, Marques de Sá, C.^{2,3}, Bobos, I.^{1,3}

¹Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal

² Departamento de Geologia e Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, 49100-000 São Cristóvão, Sergipe, Brasil

³ Instituto de Ciências da Terra – Pólo do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal

* carla.d.carvalho@gmail.com

Resumo: No jazigo da Bejanca ocorrem filões de quartzo mineralizados em cassiterite e volframite encaixados em rochas graníticas. O estudo petrográfico revelou as seguintes fases de alteração hidrotermal: moscovitização, greisenização e sericitização. A biotite, que surge frequentemente alterada para moscovite secundária, apresenta inclusões de rútilo. O estudo por microscopia electrónica de varrimento demonstrou a presença de micro-inclusões de cassiterite e volframite no interior deste rútilo. A paragénese hipotermal dos filões mineralizados é composta por volframite, cassiterite, arsenopirite, pirite, esfalerite, calcopirite, galena, bismutinite, bismuto nativo e sulfossais de Bi-Ag. A paragénese secundária inclui escorodite, turquesa, covelite, hawleyite/greenockite e óxidos de Fe. Constatou-se ainda a existência de torbernite supergénica.

Palavras-chave: Bejanca, mineralizações de Sn-W, alteração hidrotermal

Abstract: The tin and tungsten-bearing quartz veins of the Bejanca deposit are hosted in granites. The petrographic examinations of samples of the country rocks revealed the presence of the following evidences of hydrothermal alteration: muscovitization, greisenization and sericitization. Inclusions of rutile were found in the muscovitized biotite. Micro-inclusions of cassiterite and wolframite were detected in rutile by scanning electron microscopy. The hypogenic paragenesis of the mineralized veins comprises wolframite, cassiterite, arsenopyrite, pyrite, sphalerite, chalcopirite, galena, bismuthinite, native bismuth and Bi-Ag sulfosalts. The secondary paragenesis is composed of scorodite, turquoise, covellite, hawleyite/greenockite and Fe-oxyhydroxides. The presence of torbernite of supergenic origin was also observed.

Keywords: Bejanca, Sn-W mineralization, hydrothermal alteration

Óxidos de Titânio Aluvionares da Região de Segura (Castelo Branco, Portugal): um Guia de Prospeção para Sn e W

Alluvial TiO₂ Polymorphs From Segura (Castelo Branco, Portugal): an Exploration Tool for Sn and W

Grácio, N.^{1*}, Salgueiro, R.², Gaspar, M.^{1,3}

¹ Dep. de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa

² Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Recursos Minerais e Geofísica, Estrada da Portela, Bairro do Zambujal – Alfragide, Apart. 7586, 2610-999 Amadora, Portugal

³ Instituto Dom Luiz, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

* nunomscg@gmail.com

Resumo: Trabalhos recentes têm posto em evidência a incorporação de metais traço em rútilos metassomáticos/metamórficos associados a processos hidrotermais mineralizantes. Os resultados das análises geoquímicas de sedimentos de corrente do LNEG, evidenciam um halo de enriquecimento em Ti no contacto do Granito de Segura com os metassedimentos Paleozóicos. Nesta área são conhecidas mineralizações de Sn-W, Sn-Li e Pb-Ba, as duas primeiras tidas como geneticamente ligadas à intrusão de Segura. Dada a disponibilidade da coleção de concentrados de minerais pesados aluvionares desta região, no LNEG, este pareceu ser o cenário indicado para investigar o potencial da geoquímica dos HFSE nos rútilos como um guia de prospeção para Sn e W. Realizou-se a análise prévia dos minerais pesados, e a associação mineral identificada e quantificada, além de incluir rútilo e os outros polimorfos de TiO₂ (anátase e brookite), mostrou-se representativa das litologias aflorantes nas zonas de drenagem. A abundância de rútilo mostra correlação e anomalias positivas com o granito e as mineralizações de Sn-W. A anátase decresce ao longo do contacto com o granito e nas áreas mineralizadas, sugerindo a sua transformação por processos de alta temperatura e/ou metassomáticos. A distribuição da brookite não é tão evidente, mas é plausível uma ligação com intrusões tonalíticas. Este estudo revelou o seu imenso potencial como indicador de litótipos locais e de processos metamórficos/metassomáticos relacionados com a instalação de corpos intrusivos produtivos para Sn-W.

Palavras-chave: Óxidos de Titânio, aluvionar, prospeção, Sn-W, Segura.

Abstract: Recent research has emphasised the incorporation of trace metals in metassomatic/metamorphic rutile associated with mineralizing hydrothermal processes. Results from LNEG's stream sediment geochemistry analysis, highlighted a disturbed Ti enrichment halo at the contact between the Segura Granite and the Paleozoic metasediments. This area is also known by a set of Sn-W, Sn-Li, and Pb-Ba mineralizations, the first two believed to be genetically related to the Segura granitic intrusion. Thus, owing to the availability of a LNEG's collection of alluvial concentrates from the same region, it looked a seamless scenario to investigate the potential of rutile HFSE geochemistry as an exploration tool for Sn and W. To achieve our goal a preliminary heavy mineral analysis was performed. The mineral associations identified and quantified, including rutile and the other TiO₂ polymorphs (anatase and brookite), constitute a good proxy for the lithologies outcropping in each catchment area. Rutile abundance shows a positive correlation with the granite and anomalies linked to Sn-W mineralizations, Anatase decreases along the granite contact and the mineralized areas, suggesting its transformation by high temperature and/or metasomatic processes. Brookite is the less clear, but a connection with local tonalitic intrusives is plausible. This study revealed, by itself, its immense potential as a proxy for local lithotypes and metamorphic/metasomatic processes related with the installation of Sn-W productive intrusives.

Keywords: Titanium oxides, alluvial, exploration, Sn-W, Segura.

Condições P-T de cristalização de um quartzo contemporâneo da volframite do Jazigo de W-Sn da Panasqueira

P-T conditions of crystallization of a quartz crystal contemporaneous of wolframite from Panasqueira W-Sn deposit

Costa e Silva, S.*, Guedes, A., Noronha, F.

*Universidade do Porto, DGAOT, Faculdade de Ciências, Instituto de Ciências da Terra, Pólo Porto, Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, up201307744@fc.up.pt

Resumo: Com o objetivo de caracterizar os fluidos contemporâneos da deposição da volframite do Jazigo da Panasqueira foram realizados estudos de inclusões fluidas (IF) em duas lâminas bipolidas orientadas de um cristal euédrico de quartzo contemporâneo do tungstato. Os estudos levaram à identificação de IF primárias (P), pseudosecundárias (PS) e secundárias (S). Os dados criométricos em combinação com os de microespectrometria Raman indicam que os fluidos aprisionados nas IF_P e IF_{PS} são áquo-carbónicos com uma fase aquosa com 85,0 a 97,5 mol % de H₂O e uma fase volátil constituída essencialmente por CO₂ (5,4 a 14,1 mol%) e menores quantidades de CH₄ (< 1,1 mol %) e N₂ (<1,3 mol%). Estes fluidos apresentam uma densidade entre 0,93 e 1,12 g/cm³ e salinidade de 2,3-3,2 wt% NaCl. Esta salinidade é contrastante com a mais elevada (~13,6 wt% eq. NaCl) dos fluidos aquosos aprisionados em IF_S. Assim, registamos dois tipos distintos de fluidos, um áquo-carbónico (H₂O-CO₂-CH₄-N₂-NaCl) aprisionado a temperaturas mínimas de 245°C e pressões P<200 MPa e outro mais tardio salino (H₂O-NaCl).

Palavras-chave: Microtermometria, Microespectrometria Raman, Deposição da volframite, Panasqueira.

Abstract: With the goal of characterizing the fluids associated with wolframite deposition in Panasqueira mine, fluid inclusions (FI) studies were performed in two wafers obtained from a euhedral quartz crystal associated with this tungstate. Studies led to the identification of primary (P), pseudosecondary (PS) and secondary (S) fluid inclusions. Cryometric data, together with Raman microspectrometry results, suggest that trapped fluids in P and PS FI are aqueous-carbonic with 85.0 to 97.5 % mol of H₂O and a volatile phase composed by CO₂ (5.4 to 14.1 %mol) and smaller amounts of CH₄ (< 1.1 %mol) and N₂ (<1.3 %mol). These fluids show densities and salinities between 0.93-1.12 g/cm³ and 2.3-3.2 wt% NaCl, respectively. The salinity is contrasting with higher the salinities of aqueous fluids trapped in S FI. Therefore, two different types of fluids are present in wolframite associated quartz, however the contemporary fluids of the deposition of tungstate are aqueous-carbonic, represented by the H₂O-CO₂-CH₄-N₂-NaCl system, trapped at minimum temperatures of 260 °C and pressures <200 MPa and a late high salinity aqueous fluid (H₂O-NaCl).

Keywords: Microthermometry, Raman Microspectrometry, Wolframite deposition, Panasqueira.

Bacias de drenagem de sedimentos de corrente aplicadas à prospeção de ouro e antimónio no Distrito Dúrico Beirão; uma proposta de metodologia

Stream Sediments Basins applied to gold and antimony prospecting in the Dúrico Beirão District; a methodological path proposal

Batista, A.^{1,2*}, Lima, A.^{2,3}, Sant'Ovaia, H.^{2,3}

¹ Centro de Ciência Viva de Estremoz

² Instituto Ciências da Terra (ICT)

³ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

* abatista@estremoz.cienciaviva.pt

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo principal propor um procedimento metodológico simples e de baixo custo, utilizando as ferramentas de um Sistema Informação Geográfica, nomeadamente através do *Software* ArcGis 10.5, para seleção de áreas de prospeção. O procedimento propõe a criação de um conjunto de bacias de drenagem, tendo como base o cruzamento entre os dados da rede de drenagem e geomorfológicos com os dados geoquímicos de sedimentos de corrente. Como objeto de estudo utilizou-se o Distrito Dúrico Beirão, caracterizado pela ocorrência de áreas potenciais para exploração de Au e Sb, e onde inclusive já houve explorações em épocas antigas. Os dados geoquímicos de sedimentos de corrente foram adquiridos através de campanhas de amostragem elaboradas pelo consórcio BRGM/EDM de 1988 a 1990. Nas várias campanhas de sedimentos de corrente descritas foram colhidas 1673 amostras, tendo sido analisados 35 elementos, entre os quais ouro e antimónio. Com estes dados de geoquímica de sedimentos de corrente foram criadas um conjunto bacias de drenagem de acordo com o procedimento proposto. Após a aplicação de todo o processamento, foram contabilizadas 42 bacias com uma concentração de ouro acima dos 200 ppb e de 13 bacias com teores de antimónio superior aos 300 ppb. Parte destas bacias foram zonas de antigas explorações de ouro, o que mostra a fiabilidade do método proposto. A metodologia proposta poderá ser muito útil na descoberta de novas áreas de prospeção mineral, destacando o facto de ser um método rápido e que não envolve custos elevados.

Palavras-chave: Bacias de drenagem, Geoquímica de sedimentos de corrente, Prospeção mineral, Sistemas de Informação Geográfica

Abstract: The main goal of the present work is to propose a simple and low-cost methodological path, using the tools of the Geographic Information System (ArcGis 10.5 Software), in order to select areas for exploration. The procedure proposes the creation of a set of drainage basins, based on the interaction between drainage network and geomorphological data with geochemical data of stream sediments. The DúricoBeirão District was used as the study object, being characterized by the occurrence of potential areas for Au and Sb exploration, and where ancient exploitation activities occurred.

The geochemical data of stream sediments were acquired through sampling campaigns developed by the BRGM / EDM consortium from 1988 to 1990. In the sediment sampling campaigns, 1673 samples were collected, and 35 elements were analyzed, including gold and antimony. With the geochemistry data, a set of drainage basins were created according to the proposed methodological path. After the application of all the processing, 42 basins with a gold content above 200 ppb and 11 basins with antimony contents above 300 ppb were generated. Part of these areas were ancient gold mines, which shows the reliability of the proposed method. The proposed methodology can be very useful in new areas discovering, highlighting the fact that it is a fast method and does not involve high costs.

Keywords: Dranaige basins, Geochemistry of stream sediments, Mineral Exploitation, Geographic Information System

O filão de Au-Ag de Escádia Grande: mineralogia e inclusões fluidas

The Escádia Grande Au-Ag quartz vein: mineralogy and fluid inclusions

Gomes, E.¹, Marcelo, J.², Carvalho, P.C.S.^{3*}, Moura, A.⁴

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

² Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

³ MARE – Marine and Environmental Science Centre, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

⁴ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, FCUP / Inst. Ciências da Terra

* correspondente: ajmoura@fc.up.pt

Resumo: O filão de quartzo aurífero de Escádia Grande ocorre numa zona de cisalhamento, perpendicular à estratificação dos metassedimentos do Grupo das Beiras, e tem orientação N30°W, 50°SW. Os minerais principais são a arsenopirite, pirite, esfalerite, galena e electrum. O estudo das inclusões fluídas de quartzo do minério revelou a existência de dois tipos de fluidos, um aquoso e outro aquocarbónico, ambos de baixa salinidade e com temperaturas de homogeneização médias de 227 °C e 208 °C, respetivamente. Os fluidos foram aprisionados a uma profundidade de, pelo menos, 2,4 km. Contrariamente a vários outros jazigos auríferos no Varisco português, este jazigo não mostra evidência de se ter formado a partir de fluidos gerados no metamorfismo orogénico. Uma possibilidade apoiada pelo presente estudo é a mineralização ter precipitado em resultado da mistura de um fluido quente ascendente (magmático-hidrotermal?) com águas meteóricas, frias e descendentes. A remobilização de ouro dos metassedimentos câmbrico-ordovícicos por estes fluidos hidrotermais, a baixa pressão e temperatura, constitui outra hipótese considerada para a génese desta mineralização.

Palavras-chave: zona de cisalhamento, filão, electrum, fluidos.

Abstract: The auriferous quartz vein from Escádia Grande occurs in a shear zone that cuts perpendicularly the metasediments of the Beiras Group. The vein trends N30°W and dips 50°SW. The main minerals are arsenopyrite, pyrite, sphalerite, galena and electrum. The study of the fluid inclusions in the quartz revealed two types of fluids, one of them aqueous and the other aquocarbonic. They have both low salinity and average homogenization temperatures of 227 °C and 208 °C, respectively. The fluids were trapped at a depth of at least 2.4 km. Contrasting to several other gold deposits in the Portuguese Variscan terranes, this deposit does not show evidence of having been formed from fluids produced by the orogenic metamorphism. One possibility, supported by the present study, is that mineralization has precipitated as a result of the mixing of an ascending magmatic-hydrothermal (?) fluid with meteoric cold and descending waters. The remobilization of gold from Cambrian-Ordovician metasediments by these low pressure and low temperature hydrothermal fluids is another hypothesis considered for the genesis of this mineralization.

Keywords: shear zone, vein, electrum, fluids.

Química mineral de fases minerais de As, Bi e Au presentes nos depósitos auríferos de Montemor-o-Novo (Zona de Ossa-Morena, Portugal)

Mineral chemistry of As, Bi and Ag mineral phases in the Montemor-o-Novo gold deposits (Ossa-Morena Zone, Portugal)

São Pedro, D.^{1*}, Mendes, P.¹, Pedro, J.^{1,2}, Nogueira, P.^{1,2}

¹ Departamento de Geociências da Universidade de Évora; CLAV, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora

² Instituto de Ciências da Terra (ICT), Polo de Évora; CLAV, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora

* diogo_rm_sp@hotmail.com

Resumo: A concessão de Montemor/Boa-Fé compreende um conjunto de ocorrências auríferas alvo de várias campanhas de prospeção desde os anos 70. Estas localizam-se nas unidades do Neoproterozóico afetadas pelo cisalhamento de Montemor-o-Novo, nas proximidades do Maciço de Évora (Zona de Ossa-Morena). As mineralizações estão relacionadas com eventos hidrotermais traduzidos pela presença de veios de quartzo e feldspato. A mineralização inclui arsenopirite, loellingite, pirite, calcopirite, maldonite e hedleyite, normalmente associadas a bismuto e ouro nativos. Neste trabalho, ainda preliminar, apresentam-se as análises químicas das fases minerais representativas da mineralização em quatro localizações da concessão Montemor/Boa-Fé: Monfurado, Casas Novas, Chaminé e Braços, descrevendo e distinguindo o quimismo das fases minerais portadoras de As, Bi e Au. Os resultados obtidos são compatíveis com os dados bibliográficos existentes, concordante com o descrito para depósitos “jazigos de ouro orogénico”.

Palavras-chave: Montemor-o-Novo, química mineral, As-Bi-Au, MEV-EDS

Abstract: The Montemor/Boa-Fé concession comprises numerous gold occurrences that have been the subject of several exploration campaigns since the 1970s. These occurrences are located in the Montemor-o-Novo shear zone, spatially associated with the Évora Massif (Ossa-Morena Zone). The mineralization is related to hydrothermal events characterized by the presence of quartz and feldspar veins. The ore bearing phases include arsenopyrite, loellingite, pyrite, chalcopyrite, maldonite and hedleyite, commonly associated with bismuth and native gold.

This preliminary work presents the chemical analysis of samples representative of four ore occurrences on the Montemor/Boa-Fe region: Monfurado, Casas Novas, Chaminé and Braços, describing and distinguishing the chemistry of the As, Bi and Au mineral phases. The results obtained are consistent with existing bibliographical data and plausible with the “orogenic gold deposit”.

Keywords: Montemor-o-Novo, mineral chemistry, As-Bi-Au, SEM-EDS

Fases minerais portadoras de Nb no Complexo Carbonatítico do Bailundo (Angola): metalogenia e implicações para prospeção mineral

Nb-bearing mineral phases in the Bailundo Carbonatitic Complex (Angola): metallogenesis and implications for mineral exploration

Roseiro, J.^{1*}, Ribeiro da Costa, I.², Figueiras, J.², Rodrigues, P.², Mateus, A.^{2,3}

¹ ICT - Institute of Earth Sciences (ICT), Évora Pole; CLAV, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora

²Dept. Geology, Faculty of Sciences, University of Lisbon, Ed. C6, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

³IDL – Instituto Dom Luiz, Ed. C1, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

*ze.roseiro@gmail.com

Resumo: Os minerais do grupo do pirocloro são fases minerais acessórias comuns em complexos alcalino-carbonatíticos, e o minério de Nb com maior expressão a nível mundial. A sua capacidade de incorporar uma vasta gama composicional pode fornecer informações úteis em relação aos processos de ocorrência e acumulação de Nb.

No Complexo Carbonatítico do Bailundo (CCB, Angola), dois grupos principais de pirocloros podem ser distinguidos: (1) pirocloros magmáticos/metassomáticos em rochas carbonatíticas frescas (em profundidade), que exibem frequentemente texturas difusas que obliteram zonamentos primários, e valores de Nb₂O₅ relativamente baixos (média = 50 wt%), assim como baixa concentração noutros componentes principais (Ta, U, Na); e (2) pirocloros supergénicos localizados no perfil de meteorização, com marcas de corrosão e lixiviação em torno de fracturas (com relíquias de pirocloro magmático), que revelam teores altos em Nb₂O₅ (até 70 wt%), Ba e Pb.

As variações composicionais e texturais registadas nas características cristaloquímicas dos pirocloros ilustram os eventos geodinâmicos que ocorreram no CCB, e que contribuíram para a elevada concentração de Nb nos perfis de meteorização, tornando-se assim ferramentas úteis na distinção de diferentes tipos de depósitos e na pesquisa de mineralizações de Nb.

Palavras-chave: Mineralização de Nb; Minerais do Grupo do Pirocloro, Complexo Carbonatítico do Bailundo

Abstract: Pyrochlore group minerals are common accessory phases in alkaline-carbonatitic complexes, and the most important Nb ore worldwide. Its capacity to embody a wide range of compositions can often provide useful insights in Nb occurrence and concentration processes.

In the Bailundo Carbonatitic Complex (BCC, Angola), two major sets of pyrochlore can be distinguished: (1) magmatic/metasomatic pyrochlore in deep carbonatitic rocks, often displaying diffuse textures obliterating primary zoning, with slightly low contents in Nb₂O₅ (average 50 wt%), and in other chemical components (Ta, U, Na); and (2) supergene pyrochlore in the weathering profile, displaying corroded and bleached patches along microfractures (in some cases, with relics of magmatic pyrochlore), that show higher contents in Nb₂O₅ (up to 70 wt%), Ba and Pb.

Compositional and textural variations recorded in pyrochlore crystals illustrate the geodynamic events that took place in the BCC and contributed to high Nb concentration in the weathering profile, thus being quite useful to distinguish different mineralization types and as Nb-exploration tools.

Keywords: Nb Mineralization; Pyrochlore Group Minerals, Bailundo Carbonatitic Complex

Hidroggeoquímica e Geotermia

Hidroggeoquímica y Geotermia

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

Emissão de CO₂ na Lagoa das Sete Cidades (São Miguel, Açores)

CO₂ emission from Sete Cidades Lake (São Miguel Island, Azores)

Andrade, C. ^{1,2*}, **Cruz, J.V.** ^{1,3}, **Viveiros, F.** ^{1,3}, **Coutinho, R.** ^{1,3}

¹ Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos, Universidade dos Açores, Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

² Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores, Universidade dos Açores, Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

³ Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade dos Açores, Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

* cesar.cc.andrade@azores.gov.pt

Resumo: A Lagoa das Sete Cidades situa-se no interior da caldeira do Vulcão das Sete Cidades, na ilha de São Miguel, a maior ilha do arquipélago dos Açores. Com dois lagos conectados, a Lagoa Azul e a Lagoa Verde, é o maior lago vulcânico dos Açores com uma área total de 4,41 km². Em cada um dos lagos selecionados foram efetuados perfis hidrogeoquímicos em diferentes locais de amostragem. As águas são frias (14,0°C), pouco mineralizadas (116 µS/cm) e com pH neutro (7,7). No que concerne ao fluxo de CO₂ foi realizada uma amostragem, tendo os valores variado entre 0,3 e 17,2 g m⁻² d⁻¹ (Lagoa Azul) e 2,1 e 17,9 g m⁻² d⁻¹ (Lagoa Verde). As áreas de desgaseificação mais significativas estão associadas às zonas onde existe a presença massiva de florescências algais e macrófitas. Os valores medidos parecem estar relacionados com uma única fonte de CO₂, a qual deverá representar uma origem biogénica. O valor estimado total de emissão de CO₂ dos lagos estudados variou entre 5,8 t d⁻¹ (Lagoa Verde) e 25,0 t d⁻¹ (Lagoa Azul).

Palavras-chave: Lagoa das Sete Cidades, Ilha de São Miguel, desgaseificação, estratificação, origem biogénica.

Abstract: Sete Cidades Lake is located in the Sete Cidades volcano caldera, São Miguel Island, the biggest of the Azores archipelago. This lake is the biggest volcanic lake of the Azores, with a total area of 4.41 km², and it is composed by two connected lakes, Lagoa Azul and Lagoa Verde. Hydrogeochemical profiles were carried out in both lakes in different sampling sites. Waters are cold (mean=14.0 °C), weakly mineralized (mean=116 µS/cm) and with neutral pH (mean=7.7).

In what concerns the CO₂ fluxes at the surface of the lakes a survey was carried out and values are in the range of 0.3 to 17.2 g m⁻² d⁻¹ (Lagoa Azul) and 2.1 to 17.9 g m⁻² d⁻¹ (Lagoa Verde). The most significant degassing areas are found associated to the massive presence of macrophytes and algal blooms. The measured values seem to be correlated with one single CO₂ source, which is probably of biogenic nature. The estimated total CO₂ emission varied between 5.8 t d⁻¹ (Lagoa Verde) and 25.0 t d⁻¹ (Lagoa Azul).

Keywords: Sete Cidades Lake, São Miguel Island, degassing, stratification, biogenic origin.

Influencia de los acuíferos fisurados en la presencia de elementos traza en acuíferos detríticos asociados: dos casos de estudio en el este y centro de España

Influence of fissured hard rock aquifers in the occurrence of trace elements in associated detritic aquifers. two cases of study in eastern and central Spain)

Giménez-Forcada, E.^{1*}, Luque-Espinar, A. ²

¹ Instituto Geológico y Minero de España, IGME, Unidad de Salamanca. Plaza de la Constitución, 1-3^a Salamanca 37001, Spain. e.gimenez@igme.es

² Instituto Geológico y Minero de España, IGME, Unidad de Granada. Urb. Alcázar del Genil, 4-Edif. Zulema, Bajo. 18006, Granada, Spain. ja.luque@igme.es

Resumen: La geología médica estudia la relación entre los materiales y procesos geológicos y la salud humana, con el fin de comprender los efectos del entorno geológico en la distribución geográfica de patrones de salud. Una de las líneas de investigación que se desarrollan en este nuevo campo interdisciplinar e integrativo es el análisis de la HidroGeoToxicidad por Elementos Trazas Geogénicas Potencialmente Tóxicas (ETGPTs). El origen primario de estos elementos traza presentes en las aguas subterráneas de acuíferos detríticos en cuencas sedimentarias, se asocia con un entorno de rocas duras fisuradas (FHR) que conforman a su vez el basamento de estas cuencas. Se presentan dos ejemplos en España de depresiones detríticas que presentan problemas de calidad del agua debidos a la presencia de As y otros ETGPTs. Los dos casos corresponden a áreas geográficas y geológicamente muy diferentes entre sí pero con una característica común: en ambas áreas, los acuíferos fisurados (FHA) se identifican como fuente potencial de ETGPTs y hay además un control, estructural en la distribución ETGPTs en las áreas sedimentarias asociadas a rocas duras fisuradas (FHR).

Palabras clave: Aguas subterránea, Elementos Trazas Geogénicas Potencialmente Tóxicos, Arsénico, Acuíferos Fisurados.

Abstract: Medical geology studies the relationship between geological materials and processes and human health, in order to understand the effects of the geological environment on the geographic distribution of health patterns. One of the lines of research that are developed in this new interdisciplinary and integrative field is the analysis of the HydroGeoToxicity by Potentially Toxic Geogenic Trace Elements (PTGTEs). The primary origin of these trace elements present in the groundwater of detritic aquifers in sedimentary basins, could be associated with an environment of fissured hard rocks (FHR) that in turn form the basement of these basins. Two examples are presented in Spain of detrital depressions that present water quality problems due to the presence of As and other PTGTEs. The two cases correspond to geographically and geologically very different areas from each other but with a common characteristic: in both areas, fissured aquifers (FHA) are identified as a potential source of PTGTEs and there are also an structural control on the PTGTEs distribution in the sedimentary areas associated to fissured hard rocks (FHR).

Keywords: Groundwater, Potentially Toxic Geogenic Trace Element (PTGTEs), Arsenic, Fissured aquifers

Caracterização hidrogeoquímica de efluentes da mina de carvão de São Pedro da Cova (Gondomar)

Hydrogeochemical characterization of effluents from São Pedro da Cova coal mine (Gondomar)

Rocha, J.^{1*}, Santos, P.^{1,2}, Ribeiro, J.^{2,3}, Espinha Marques, J.^{1,2}, Mansilha, C.^{4,5}, Flores, D.^{1,2}

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

² Instituto de Ciências da Terra – Pólo do Porto

³ Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

⁴ Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge

⁵ REQUIMTE. Universidade do Porto.

* jorochoa@fc.up.pt

Resumo: A mina de São Pedro da Cova, localizada no Norte de Portugal, é uma mina de carvão abandonada, que esteve em atividade durante mais de 200 anos. As galerias de drenagem continuam, ainda hoje, a conduzir a água para o exterior, produzindo um sedimento de cor ocre. Este estudo tem como objetivo a caracterização hidrogeoquímica dos efluentes da mina de São Pedro da Cova através da análise de amostras de água (com influência e sem influência da drenagem mineira). As amostras foram caracterizadas *in situ*, através da medição de pH, condutividade elétrica e temperatura, e no laboratório, através da determinação da concentração de iões maiores e metais pesados. Os resultados obtidos indicam que as águas de drenagem mineira apresentam pH neutro ou aproximadamente neutro, condutividade elétrica alta e alta concentração em metais, sendo que o Fe e o Mn apresentam as concentrações mais elevadas. As águas de drenagem mineira apresentam fácies SO₄-Mg. A elevada concentração de metais e a fácies hidrogeoquímica destes efluentes permitem confirmar a presença de contaminação de origem mineira nas linhas de águas recetoras da drenagem.

Palavras-chave: exploração de carvão, drenagem mineira, parâmetros físico-químicos, diagrama de Piper.

Abstract: São Pedro da Cova mine, located in Northern Portugal, is an abandoned coal mine that operated for more than 200 years. Nowadays the water is still drained to the outside of the mine, producing an ocher-colored sediment. This study presents the hydrogeochemical characterization of the São Pedro da Cova mine effluents through the analysis of water samples (under the influence and out of influence of mine drainage). Samples were characterized *in situ* through pH, electrical conductivity and temperature determination. The concentration of major ions and heavy metals was determined in the laboratory. The results indicate that the mine drainage waters present neutral to nearly neutral pH, high electrical conductivity and high concentration of metals, with Fe and Mn having the highest concentrations. The mine drainage waters present SO₄-Mg facies. The high concentration of metals and the hydrogeochemical facies of these effluents confirm the contamination of streams by mine effluents.

Keywords: coal mining, acid mine drainage, physico-chemical parameters, piper diagram.

Identificação de Processos Hidrogeoquímicos no Sistema Aquífero Estremoz - Cano

Identification of Hydrogeochemical Processes in the Estremoz - Cano Aquifer System

Almeida, C.^{1*}, Midões, C.², Fernandes, J.², Duarte, P.³

¹ Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal

² LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Estrada da Portela, Alfragide, 2610-999 Amadora, Portugal

³ Rua do Mar do Norte, nº6, 1990-148 Lisboa, Portugal

* calmeida96@gmail.com

Resumo: O Sistema Aquífero Estremoz – Cano é o sistema mais importante que ocorre em rochas cristalinas de Portugal, contribuindo para o abastecimento de diversos concelhos do Alentejo e para a agricultura. As rochas que suportam este sistema são dolomitos, calcários dolomíticos e mármore calcíticos do Paleozóico e tufos e travertinos quaternários. As águas provenientes deste sistema exibem algumas características particulares, pouco comuns em águas de aquíferos carbonatados, destacando-se: a elevada razão Mg/Ca e a predominância da sobressaturação em dolomite. Com o objectivo de compreender melhor os processos que explicam o quimismo das águas do sistema, foi feito um estudo mais aprofundado recorrendo à modelação hidrogeoquímica directa e inversa que permitiu concluir que em mais de 80% dos casos, a quantidade de dolomite dissolvida é superior à da calcite, facto também este pouco frequente. Para obter uma boa concordância entre os valores calculados e os obtidos por modelação foi necessário considerar que parte do Ca e/ou Mg teve origem por troca iónica inversa com Na e/ou K. O tipo de modelo que se revelou mais adequado é o de dissolução em sistema aberto, embora não se possa descartar a ocorrência de dissolução em sistema misto. Verificou-se também que a pressão parcial do CO₂ é quase sempre superior ao que seria de esperar para a temperatura média regional.

Palavras-chave: Sistema Aquífero Estremoz – Cano, Modelação Hidrogeoquímica, Dissolução de carbonatos, Razão Mg/Ca.

Abstract: The aquifer system Estremoz – Cano is the most important source of water for both domestic and agriculture uses, among the aquifer systems occurring in crystalline rocks of Portugal. The aquifer is supported by Paleozoic formations, namely dolostones, dolomitic limestone and calcitic marbles. In the NW termination of the aquifer, quaternary tuffs and travertines support a small aquifer supposedly in hydraulic connection with the main aquifer. The chemistry of the waters of the system presents some features uncommon in carbonate aquifers. Regarding the equilibrium with respect to carbonates (calcite and dolomite), in most aquifers referred in the literature the undersaturation in respect to dolomite is more frequent, contrasting with this system where most of the samples are at equilibrium, or oversaturated, in respect to those two minerals. Furthermore the ratio Mg/Ca is higher than what could be expected. In order to identify the processes that can explain the observed chemistry, hydrogeochemical modeling was used. The results show that in more than 80% of the cases the quantity of dolomite dissolved was superior to the calcite. During the modeling exercise, to get a better agreement between the model results and the observed values, it was assumed that a fraction of Ca and Mg were originated, not from dissolution of carbonates, but from reverse cation exchange with Na and K which permit a significant improvement of the results, namely regarding the DIC and pH. The best results were observed by considering the dissolution of carbonates in open system but dissolution in a mixed system cannot be discarded. It was verified that the partial pressure of CO₂ was somewhat higher than the expected values for the regional mean temperature.

Keywords: Estremoz - Cano Aquifer System, Hydrogeochemical Modeling, Dissolution of Carbonates, Mg/Ca ratio.

Estudo hidrogeoquímico nos lagos vulcânicos dos Açores

Hydrogeochemistry study in volcanic lakes of Azores

Andrade, C. ^{1,2*}, **Cruz, J.V.** ^{1,3}, **Viveiros, F.** ^{1,3}, **Coutinho, R.** ^{1,3}

¹ Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos, Universidade dos Açores – Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

² Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores, Universidade dos Açores – Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

³ Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade dos Açores – Rua da Mãe de Deus, 9500-801 – Ponta Delgada

* cesar.cc.andrade@azores.gov.pt

Resumo: No arquipélago dos Açores existe um grande número de lagos vulcânicos, distribuídos por algumas ilhas do arquipélago. Com o intuito de se caracterizar a dinâmica e os processos hidrogeoquímicos que ocorrem nestas massas de água efetuaram-se amostragens ao longo da coluna de água, em perfis verticais levados a cabo em 44 sistemas lacustres selecionados no âmbito do presente trabalho. Os resultados das medições realizadas permitiram verificar que alguns lagos apresentam um carácter monomítico, onde é patente a estratificação da coluna de água no verão, enquanto outros, de pequena profundidade, caracterizam-se por mistura contínua ao longo do ano. As águas são frias, pouco mineralizadas e predominantemente cloretadas sódicas devido ao enriquecimento em sais de origem marinha. O bicarbonato é outro anião que está presente em concentrações significativas em alguns lagos devido à absorção de voláteis vulcânicos, à contaminação por fluidos de origem vulcânica e à interação água-rocha. Em grande parte dos lagos, principalmente nos de pequena dimensão existentes na ilha de São Miguel, o dióxido de carbono na água está relacionado com as trocas gasosas que se processam à superfície da água ou com a decomposição da matéria orgânica, incrementada pelo processo de eutrofização em curso em algumas massas de água. Os resultados obtidos permitem definir a linha de base geoquímica, aspeto crucial para a monitorização sismovulcânica em curso nos Açores.

Palavras-chave: Lagos Vulcânicos, Açores, perfis hidrogeoquímicos, hidrogeoquímica, estratificação térmica.

Abstract: In the Azores archipelago there is a significant number of volcanic lakes, distributed along some islands of the archipelago. Thus, in order to better characterize the dynamics and hydrogeochemical processes occurring in these water bodies, samples were collected along the water column, according to vertical profiles carried out 44 lakes selected for the present study. Results shown that some lakes present a monomictic character, with the water column stratified during summer, while the remaining, usually of low depth, present permanent mixture along the year. Waters are mainly cold, low mineralized and are mainly of the Na-Cl type due to the deposition of salts of marine origin. Bicarbonate is another anion that is present in a significant content in some lakes due to the absorption of volcanic volatiles, contamination by fluids of volcanic origin, and water-rock interaction. In a large number of studied lakes, especially in the small lakes occurring in São Miguel island, dissolved carbon dioxide is associated to the gas exchanges that occur on the surface of the water bodies and to the decomposition of organic matter, enhanced by the ongoing eutrophication process. The main findings of the present research enable the definition of the lake geochemical baseline, which is of interest for the ongoing sismo-volcanic monitoring in the Azores.

Keywords: Volcanic lakes, Azores, hydrogeochemical profiles, hydrogeochemistry, thermal stratification.

Hidrogueoquímica e Geotermia

Hidrogueoquímica y Geotermia

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em águas superficiais e sedimentos de linhas de água da região do Caramulo (centro de Portugal)

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratios for surface waters and stream sediments from the Caramulo region (central Portugal)

Ferreira, L.^{1*}, Azevedo, M.R.^{1,2}, Durães, N.^{1,2}, Ribeiro, S.^{1,2}

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências, Campus Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

² Unidade de Investigação GeoBioTec (UID/GEO/04035/2019), Campus Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* lrf@ua.pt

Resumo: Os dados geoquímicos e isotópicos ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) obtidos em sedimentos e águas de escorrência da região do Caramulo mostram que as suas composições foram fortemente influenciadas pela natureza do substrato geológico (granitos e metassedimentos). Enquanto as assinaturas químicas e isotópicas dos sedimentos de linhas de água podem ser atribuídas à mistura, em diferentes proporções, de materiais provenientes da erosão dos granitos do Caramulo e dos metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico, as das águas superficiais parecem ter sido predominantemente controladas por reacções de hidrólise da plagioclase.

Palavras-chave: Plutonito do Caramulo, sedimentos de linhas de água, águas superficiais, razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Abstract: The geochemical and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic data for stream sediments and surface waters from the Caramulo region reveal that their compositions reflect (to a large extent) the type of underlying bedrock (granites and metasediments). While the geochemical and isotopic signatures of the stream sediments can well be accounted for by mixing, in different proportions, between sediments derived from the Caramulo granite and the Schist and Greywacke Complex, those of the surface waters appear to have been dominantly controlled by plagioclase hydrolysis.

Keywords: Caramulo pluton, stream sediments, surface waters, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratios.

Indicadores de qualidade da água em bacias hidrográficas – caso de estudo no Rio Vizela (N Portugal)

Water quality indicators in river basins – Study case in Rio Vizela (N Portugal)

Brás, A.¹; Antunes, M.^{2*},

¹ ICT, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710 - 057 Braga, Portugal

² ICT, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710 - 057 Braga, Portugal

* imantunes@dct.uminho.pt

Resumo: O objetivo deste trabalho é a identificação dos principais focos de contaminação e os seus potenciais efeitos na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Vizela. Para tal, procedeu-se à recolha de amostras de água em cinco pontos, nos meses de julho, setembro e outubro de 2018, nos quais foram analisados os parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), condutividade elétrica (CE) e potencial redox (Eh), bem como, os teores de cloreto, fluoreto, brometo, nitrito, nitrato, sulfato e fosfato. Os parâmetros microbiológicos *Escherichia coli* e *enterococos* intestinais foram monitorizados ao longo do tempo pela Câmara Municipal de Vizela. Os resultados obtidos indicam que os pontos de água localizados a maior distância da nascente do rio Vizela são os mais contaminados, apesar de se ter vindo a registar uma melhoria da qualidade da água ao longo do tempo. Os parâmetros microbiológicos *Escherichia coli* e *enterococos* intestinais mostram valores sempre acima dos valores paramétricos definidos na legislação portuguesa para as águas destinadas ao consumo humano e, muitas vezes, acima dos indicados para águas balneares. Como medida de prevenção e monitorização da qualidade da água recomenda-se a continuação da determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, ao longo de intervalos de tempo regulares.

Palavras-chave: água superficial, atividade industrial, nitritos, contaminação, monitorização

Abstract: The objective of this work is the identification of the main contamination sources in the Vizela river watershed and the potential effects on water quality. The following physical and chemical parameters were analyzed: temperature, pH, Total Dissolved Solids (TDS), electrical conductivity (EC), redox potential (Eh), and chloride, fluoride, bromide, nitrite, nitrate, sulfate and phosphate water contents, in five water samples, collected during July, September and October of 2018. The microbiological parameters *Escherichia coli* and intestinal *enterococci* were monitored over the time. The obtained results indicate that the water located downstream Vizela river are the most contaminated, although there has been an improvement in water quality over time. The microbiological parameters *Escherichia coli* and intestinal *enterococci* contents are higher than parametric Portuguese values defined for human consumption, and often also the parametric values defined for recreation water activities. As a preventive and monitoring measure, it is recommended to monitor the various physico-chemical and microbiological parameters in selected locations along a regular time interval.

Keywords: surface water, industrial activity, nitrites, contamination, monitoring

Calidad de las aguas de los acuíferos carbonatados de España

Groundwater quality of carbonated aquifers of Spain

Luque, J.A.^{1*}, Giménez-Forcada, E.², Pardo, E.³, Jiménez, J.¹, Grima, J.⁴

¹ Instituto Geológico y Minero de España. Urb. Alcázar del Genil 4, edf. Zulema bajo. 18006 Granada, España.

² Instituto Geológico y Minero de España. Plaza de la Constitución, 1 - Planta 3ª. 37001 Salamanca, España.

³ Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas 23. 28003 Madrid, España.

⁴ Instituto Geológico y Minero de España. C/ Cirilo Amorós, 42 – Entreplanta. 46004 Valencia, España.

* ja.luque@igme.es

Resumen: En general, los acuíferos carbonatos en España muestran mucho menos los efectos de las actividades antrópicas que los detríticos. En este sentido, la calidad del agua es mejor, por lo que muchas embotelladoras de agua, y por supuesto puntos de suministro de agua potable, se encuentran en estos acuíferos. Casi el 30% de los puntos de abastecimiento y uso como agua mineral se localiza en en estos acuíferos. En este trabajo se muestra los contenidos de un grupo de elementos traza (As, B, Cd, Mn y Pb) en suelos y aguas subterráneas. Cada uno de ellos supera en un 9%, 1%, 12%, 13% y 72%, respectivamente, el valor paramétrico que establece el RD2003 para las aguas de consumo. Las MASb con abastecimientos de la Cuenca del Duero y sureste son las más afectadas, en este orden, por los elementos estudiados. No obstante, se debe destacar que las redes de observación para los elementos traza son insuficientes. En este sentido, el trabajo presentado no es suficientemente representativo.

Palabras clave: aguas subterráneas, calidad, elementos traza, suelos.

Abstract: The carbonated aquifers of Spain show a low level of anthropogenic activity. In this sense, the groundwater quality is better than detritic aquifers. For this reason, a lot of water bottling plants and drinking waters points are located in these aquifers, 30% at least of this kind of facilities. This study show the concentrations of a group of trace elements (As, B, Cd, Mn and Pb) in soil and groundwater. The parametric value for drinking water of these elements is surpassed in 9%, 1%, 12%, 13% and 72% of samples used, respectively, according the RD2003. The groundwater bodies located in Duero basin and sudeast of Spain show the highest concentrations of the trace elements studied. However, it should be noted that the control network is insufficient because there are a lot of point without information about trace elements.

Keywords: Groundwater, quality, trace elements, soil.

Biometalurgia: biolixiviación de cobre de escorias pirometalúrgicas mediante consorcios de bacterias quimiolitotrofas hiperacidófilas

Biometallurgy: biolixiviation of copper from pyrometallurgical slag by hiperacidophilic, quimiolithotrophic bacteria.

Borrego, P.¹, Bacedoni, M.², Moreno-Ventas, I.B.², Córdoba, F.^{1*}

¹ Department of Integrated Sciences. Faculty of Experimental Sciences. University of Huelva, 21071 Huelva (España)

² Department of Earth Sciences, Faculty of Experimental Sciences. University of Huelva, 21071 Huelva (España).

* fcordoba@uhu.es

Resumen: Los procesos industriales de obtención de cobre a partir de sulfuros metálicos generan un residuo, considerado como inerte, de escorias pirometalúrgicas. La escoria de cobre está formada por una matriz de fayalita y magnetita en los que quedan encapsulados restos de sulfuros metálicos. Aunque de difícil tratamiento, las escorias pirometalúrgicas representan una fuente potencial para la recuperación de cobre usando métodos no convencionales. Para estos casos, el uso de consorcios de bacterias quimiolitotrofas, aerobias, oxidantes de hierro, aisladas de ríos afectados por AMD de la falja pirítica ibérica, es un procedimiento relativamente sencillo, y de bajo coste, para recuperar en solución el cobre contenido en las escorias. En esta comunicación se muestra que en un medio líquido que contiene escorias y que se inocula con bacterias oxidantes de hierro, la actividad bacteriana genera la liberación de cobre al medio a la vez que se produce la degradación de las escorias.

Palabras clave: Biometalurgia, Escorias pirometalúrgicas, Drenaje Ácido de Minas, Faja Pirítica Ibérica, Bacterias quimiolitotrofas

Abstract: The industrial processes for obtaining copper from metal sulphides generate a waste, considered as inert, of pyrometallurgical slag. The copper slag is formed by a matrix of fayalite and magnetite in which metal sulfides remain encapsulated. Although difficult to treat, pyrometallurgical slag represents a potential source for copper recovery using unconventional methods. For these cases, the use of consortia of chemolithotrophic, aerobic, iron oxidizing bacteria, isolated from rivers affected by AMD from the Iberian Pyrite Belt, is a relatively simple and low cost method to recover the copper contained in the slag. In this communication a liquid medium containing pyrometallurgical slag was inoculated with iron oxidizing bacteria. After, 14-28 d of incubation, the bacterial activity generates the release of copper into the medium while the degradation of the slag occurs.

Keywords: Biometallurgy, Pyrometallurgical slag, Acid Mine Drainage, Iberian Pyritic Belt, Quimiolithotrophic bacteria

Aplicación de las redes neuronales a la clasificación hidroquímica de aguas residuales de una depuradora

Application of neural networks to the hydrochemical classification of wastewater from a sewage treatment plant

Anes García, N.^{1*}, Marqués Sierra, A.L.²

¹ Elmac Ingeniería Ap correos 6076. 33203 Gijón. España. ORCID: 0000-0002-9075-1603

² Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo. C/ Independencia 13, 332004 Oviedo. España. ORCID: 0000-0003-4665-4491

* noeanes@gmail.com

Resumen: Las nuevas técnicas de machine learning permiten a las ingenierías ahorrar horas de trabajo para mejorar los procesos de diseño con un bajo coste. En este trabajo se explora el potencial de las redes neuronales de Kohonen para el prediseño de plantas de tratamiento de aguas residuales compactas, partiendo de datos de una planta en funcionamiento en la que se han ido realizando análisis de los datos del influente y se pretende estimar los datos del efluente de las nuevas plantas a partir de esta red.

Palabras-chave: machine learning, aguas residuales, red neuronal.

Abstract: The new techniques of machine learning allow engineers to save hours of work to improve design processes at a low cost. This paper explores the potential of Kohonen neural networks for the design of compact wastewater treatment plants, based on data from an operating plant in which influent data analysis has been carried out and it is intended to estimate the data of the effluent of the new plants from this network.

Keywords: machine learning, waste water, neural network.

Geoquímica e Reabilitação Ambiental

Geoquímica y Rehabilitación Ambiental

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

El problema ambiental del manejo de carbón y materiales relacionados durante más de 150 años en la costa asturiana (NO de España): El caso de la Playa de San Lorenzo.

The environmental problem of handling coal and related materials for more than 150 years on the Asturian Coast (NW Spain): The San Lorenzo Beach case.

Tomillo, P.¹, Suárez-Ruiz, I.^{*1}, Díaz-Somoano, M.¹, Ribeiro, J.², Luis, D.

¹ Instituto Nacional del Carbón (INCAR-CSIC). Francisco Pintado Fe 26, 33011, Oviedo, Spain.

² Instituto de Ciências de Terra – Polo do Porto e Dpto. Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

* isruiz@incar.csic.es

Resumen: El manejo de grandes volúmenes de carbón y otros materiales relacionados durante más de 150 años han generado un alto nivel de contaminación, como es el caso de algunas áreas de Asturias (NO España). Este trabajo es un estudio petrográfico y geoquímico de las manchas negras que aparecen periódicamente en la playa de San Lorenzo (Gijón, España). Se muestrearon esas manchas negras entre abril y mayo de 2018 y abril de 2019. La petrografía orgánica permitió cuantificar los diferentes tipos de partículas orgánicas (carbón, coque de carbón, coque de petróleo, inquemados de carbón, partículas alteradas térmicamente y grafito) y el rango de los carbones presentes en las muestras. Los elementos mayoritarios y trazas de interés fueron determinados por Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-ES/MS). Los resultados obtenidos mostraron que elementos como el As, Cu, Hg, Li, Pb, Sb, Se, Sr, V, Y y Zn están presentes en concentraciones más altas por comparación con las concentraciones descritas para los carbones bituminosos y antracitas, e incluso con respecto a las concentraciones descritas para la corteza continental en el caso del Re e Y (Tomillo, 2019). Teniendo en cuenta que la ciudad de Gijón y sus playas están rodeadas por una mina de carbón, una empresa siderúrgica, una central eléctrica de carbón, un parque de carbones, etc., y de El Musel (mayor puerto granelero de España) se sugieren como origen de los materiales que conforman las manchas negras todas las actividades industriales desarrolladas en estas instalaciones.

Palabras clave: España, Gijón, Playa San Lorenzo, Manchas negras, Carbón, Petrografía orgánica, Geoquímica inorgánica, Impacto ambiental.

Abstract: Activities related with the management of coal and other related materials for more than 150 years have generated a high level of pollution in some areas of the Asturias (NW Spain). This work contains a petrographic and inorganic geochemical study of the periodic occurrence of black stains on the San Lorenzo beach (Gijon, Spain). With this aim, a set of samples were taken from the occurrences of black stains among April-May 2018, and April 2019. Organic petrography techniques allowed the different types of organic particles (coal, coal coke, pet coke, chars, thermally altered particles and graphite) to be quantified and the rank of the coals present in the samples to be established. Major and trace elements of interest were determined by Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-ES/MS) for ultratrace element analysis. The results obtained showed that some elements such as As, Cu, Hg, Li, Pb, Sb, Se, Sr, V, Y, and Zn are present in the black stains in higher concentrations than those described for the Worldwide hard coals (WCC), and the upper continental crust (UCC) in the case of Re and Y (Tomillo, 2019). Taking into account that Gijon town and its beaches are surrounded by a coal mine, a steel company, a coal power plant, a coal park, etc., and El Musel, which is the largest bulk seaport in Spain, it is probable that these are the sources for the materials that form the black stains resulting from the continuous industrial activity carried out at those facilities.

Keywords: Spain, Gijon, San Lorenzo beach, Black stains, Coal, Organic Petrography, Inorganic geochemistry, Environmental impact.

Evaluación de la contaminación por Hg y As en los suelos del entorno de la mina de La Soterraña (Asturias): Aproximación mediante geoquímica e imágenes dron multispectrales

Mercury and arsenic soil pollution assessment in the surroundings of La Soterraña mine (Asturias): A geochemical and multispectral imagery camera drone approach.

Boente, C.^{1*}, Salgado, L.¹, Colina, A.¹, García, N.¹, Matanzas, N.¹, Forján, R.¹, Baragaño, D.¹, Rodríguez-Valdés, E.¹, Rodríguez Gallego, J.L.¹

¹ INDUROT and Environmental Technology, Biotechnology and Geochemistry Group, Campus de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600, Mieres, Spain

* boentecarlos@uniovi.es

Resumen: La riqueza mineral de mercurio en Asturias ha ocasionado la aparición de varios distritos mineros dedicados a la explotación de este elemento a lo largo de toda la región, cuya extracción fue especialmente intensa durante el período comprendido entre 1940 y 1970. Entonces, la carencia de tecnología extractiva moderna, sumada a la ausencia de legislación medioambiental que obligara a llevar a cabo tanto una extracción y procesamiento de mena sostenible como un plan de restauración, ocasionaron un severo daño en el entorno de estas instalaciones que, hoy en día, aún persiste.

En este trabajo se estudia el entorno de los suelos de la explotación de mercurio de la Soterraña, la segunda más importante de todo el Norte de España. Para ello, se han tomado 92 muestras de suelo elegidas aleatoriamente dentro de un radio de un kilómetro de la instalación. Los análisis multielementales han permitido distinguir Hg y As como principales contaminantes y, mediante krigeado ordinario, se ha podido determinar la distribución de los mismos en todo el área de estudio. La zona más expuesta a la degradación, asociada a una escombrera, se ha estudiado mediante cámara multispectral aerotransportada. Así, mediante índices de vegetación se han determinado las zonas de mayor estrés vegetal y se ha establecido una correlación con los datos geoquímicos.

Palabras clave: suelo, mercurio, geoestadística, análisis multispectral, dron

Abstract: Asturian Hg wealth has caused the emergence of different mining districts dedicated to the exploitation of this element across the region, which extraction was especially intense during the period between 1940 and 1970. Thereupon, the absence of modern extraction technology and environmental regulations caused harmful effects on the environment around these facilities that persisting nowadays. Here we studied the surroundings soils of the mercury mine of La Soterraña, the second most important Hg-mine of the North of Spain. To do this, 92 soil samples were gathered randomly within a 1-km radius from the centroid of the facility. Multielemental analysis revealed Hg and As as the principal pollutants and their distribution was determined through ordinary kriging. Finally, the most exposed area to the degradation of waste stockpiles was studied through airborne multispectral camera. Thus, the areas that suffer more vegetal stress were determined through vegetation indices and it was possible to establish a correlation between these and the geochemical data.

Keywords: soil, mercury, geostatistics, multispectral analysis, drone

Identificación de la alteración del fondo geoquímico local en sondeos realizados en un estuario afectado por 150 años de minería

Alteration of the local geochemical background in borehole cores collected in an estuary affected by 150 years of mining

García-Ordiales, E.^{1*}, Roqueñí, N.¹, Flor-Blanco, G.²; Covelli, S.³; Cienfuegos, P.¹; Fontolan, G.³; Loredó, J.¹

¹ ISYMA Research Group, Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales, Universidad de Oviedo, C/Independencia 13, Oviedo, España

² Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, C/Jesus Arias de Velasco s/n, Oviedo, España

³ Department of Mathematics and Geosciences, Universidad de Trieste, Trieste, Italy. CoNISMa, Piazzale Flaminio 9, Roma, Italia

* garciaefren@uniovi.es

Resumen: Mediante 4 sondeos largos de entre 9 y 27 m, se ha estudiado el registro sedimentario del estuario del río Nalón con el fin de valorar el impacto que las actividades mineras antrópicas desarrolladas en su cuenca hidrográfica han tenido sobre la distribución geoquímica de los metales pesados atrapados en los sedimentos. Los resultados han permitido identificar dos partes bien diferenciadas en el registro. En todos los testigos, las capas de sedimento superiores han podido ser atribuidas al Antropoceno, debido a que presentaron una mineralogía y firma isotópica del Pb, correlacionables con un periodo de intensa actividad de la minería. Mientras que las capas más profundas presentaron rasgos mineralógicos y firmas isotópicas del Pb diferenciable de las anteriores, atribuyéndose las mismas al Holoceno. Dentro de la alteración geoquímica de los sedimentos, los registros del Antropoceno mostraron valores de fondo geoquímico para el As, Hg, Pb y Zn muy superiores a los del Holoceno, atribuyéndose el enriquecimiento de sus concentraciones, en los casos del Pb y Zn, a los aportes contaminantes de la minería de carbón, y en los casos del As y Hg, a la minería de Hg.

Palabras clave: Antropoceno, sedimentos, isotopos de Pb, geoquímica, estuario Nalón

Abstract: By means of 4 long boreholes, depths between 9 and 27 m, the sedimentary sequence of the Nalón River estuary has been studied in order to assess the impact of the anthropogenic mining activities developed in the Nalón watershed have had on the geochemical partition of heavy metals trapped in the sediments. The results have allowed the identification of two distinct parts in the sedimentary registry. The upper sediment layers in all the boreholes could have been attributed to the Anthropocene, because they presented a mineralogy and Pb isotopic signature correlated with the coal mining period. On the other hand, the deepest layers presented minerals and Pb isotopic signatures differentiable from the previous ones, attributing them to the natural Holocene. Within the alteration in the geochemical partition of sediments, records of the Anthropocene showed values of geochemical background for As, Hg, Pb and Zn much higher than those of the Holocene, attributing the enrichment of their concentrations in the cases of Pb and Zn to the contaminant contributions of coal mining, and in the cases of As and Hg to Hg mining.

Keywords: Anthropocene. Sediments, Pb isotopes, geochemistry, Nalón estuary.

Modelo de distribución geoquímica de metales pesados y metaloides en sedimentos de playas asturianas

Geochemical distribution model of heavy metals and metalloids in sediments of asturian beaches

Sanz-Prada, L.¹; García-Ordiales, E.¹; Loredó, J.¹; Roqueñí, N.^{1*}

¹ ISYMA Research Group, Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales, Universidad de Oviedo, C/Independencia 13, Oviedo, España
*nievesr@uniovi.es

Resumen: Se han analizado sedimentos provenientes de treinta y siete arenales de la costa de Asturias (Norte de España) con el fin de estudiar la distribución de las concentraciones de metales pesados en el litoral. La clasificación de las muestras mediante un análisis cluster basado en sus firmas geoquímicas, pone de manifiesto la existencia de tres grupos claramente diferenciados: los correspondientes a la zona de materiales mayoritariamente detríticos del Precámbrico- Ordovícico del occidente de Asturias; los arenales próximos a los núcleos industriales más importantes de la región; y los arenales más orientales ubicados en una región geológica predominantemente carbonatada con materiales de edad Carbonífero a Jurásico. En general existe una coincidencia entre las concentraciones de los metales analizados en las playas y los valores de fondo geoquímico excepto para aquellas zonas altamente influenciadas por actividades humanas.

Palabras clave: arenales, metales pesados, sedimentos, geoquímica, costa asturiana.

Abstract: Sediments of thirty-seven coastal areas of Asturias (North of Spain) were investigated to evaluate the distribution of heavy metals concentrations. Clustering of samples, base on the geochemical footprint shows three different groups: those corresponding to the area of mostly detrital materials of the Precambrian-Ordovician region of western Asturias; the beaches which are close to the most important industries of the region; and the most eastern sandy areas located in a predominantly carbonated geological region with materials from Carboniferous to Jurassic age. Overall, the metal concentration of the samples and the geochemical background are similar except for those areas highly influenced by human activities.

Keywords: beaches, heavy metals, sediments, geochemistry, Asturian coast.

Avaliação da qualidade das águas subterrâneas do aquífero superficial de Estarreja (Aveiro)

Assessement of groundwater quality from Estarreja shallow aquifer (Aveiro)

Marques, A.C.P.^{1*}, Ferreira da Silva, E.A.¹, Carvalho, M.R.²

¹Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

²Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande 016, 1749-016 Lisboa, Portugal

*acarolinapm@ua.pt

Resumo: Desde os anos 30 que a agricultura e a indústria são atividades de maior importância no município de Estarreja, havendo uma simbiose perfeita entre ambas. No século XX, nomeadamente na década de 50, ocorreu a instalação do Complexo Químico de Estarreja (CQE) com a indústria química a ter uma grande expansão e um grande investimento na produção de amoníaco para o fabrico de adubos nitro-amoniacaais utilizados na agricultura. Apesar da relevância do sector agrícola e industrial nesta região, não se pode deixar de mencionar que estas atividades industriais associadas à produção de matérias-primas e produtos finais tiveram um grande impacto na zona envolvente ao CQE devido à grande vulnerabilidade do aquífero superficial que se traduziu na contaminação das águas superficiais e águas subterrâneas. O presente trabalho tem como principal objetivo a avaliação da qualidade da água subterrânea do aquífero superficial de Estarreja e a identificação de fontes poluidoras. Foi observada a presença de concentrações elevadas em Cl, NO₃, SO₄, Na e ainda em Al, Mn, Fe, As, evidenciando claramente a influência da componente agrícola e industrial, bem como o fenómeno de salinização nas zonas mais marginais da Ria de Aveiro.

Palavras-chave: Estarreja; Águas subterrâneas; Contaminação agrícola; Contaminação industrial; Salinização

Abstract: Since 30s, agriculture and industry are major activities in the Estarreja municipality, with a perfect symbiosis between them. In the XX century, particularly in the 50's, the installation of the Estarreja Chemical Complex (CQE) took place with a huge investment in the chemical industry mainly in the production of ammonia for the manufacture of nitro-ammoniacal fertilizers used in agriculture. Despite the relevance of the agricultural and industrial sector in this region, it should be pointed out that these industrial activities associated with the production of raw materials and final products had a big impact on the CQE surroundings due to the great vulnerability of the shallow aquifer in terms of surface and groundwater contamination. In the present work, the main goal is the assessment of groundwater quality from Estarreja shallow aquifer and the identification of pollution sources. Results indicate the presence of high concentrations in Cl, NO₃, SO₄, Na as also in Al, Mn, Fe, As, clearly showing the influence of the agricultural and industrial activities, but also the phenomenon of salinization in the most marginal areas of the Ria de Aveiro.

Keywords: Estarreja; Groundwater; Farming contamination; Industrial contamination; Salinization

Geoquímica, mineralogia e biodisponibilidade oral de chumbo, zinco e antimónio em poeiras domésticas recolhidas em habitações da cidade de Estarreja

Geochemistry, mineralogy and oral bioaccessibility of lead, zin and antimony in house dust collected from households in the city of Estarreja

Marinho Reis, P.^{1*}, Valente, T.¹, Sequeira Braga, A.¹ Noack, Y.², Cave, M.³, Wragg, J.³, Costa, C.⁴, Rocha, F.⁴

¹ Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

² Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRA, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

³ British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, NG12 5GG, United Kingdom

⁴ GEOBIOTEC, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* pmarinho@dct.uminho.pt

Resumo: Um estudo focado em elementos potencialmente tóxicos (EPTs) em poeiras recolhidas em dezanove habitações da cidade industrial de Estarreja, foi realizado para fins de estudos de avaliação da exposição humana. Este trabalho em particular tem como objetivo investigar a influência da mineralogia e geoquímica da poeira na bioacessibilidade oral de EPTs selecionados, estimada pelo Unified BARGE Method. Concentrações pseudo-totais e bioacessíveis de elementos maiores e traços foram determinadas por ICP – MS. A composição mineral das amostras de poeira interior e exterior foi determinada por difração de raios X. Os resultados mostram que a composição química das poeiras discrimina completamente entre as amostras de poeira interior e exterior. O modelo de análise discriminante indica que sódio, magnésio, cádmio e ferro são as variáveis mais importantes na discriminação. A mineralogia é dominada por um conjunto de minerais que ocorre na maioria das amostras: calcite, quartzo e feldspatos, com micas em menor quantidade. Minerais do grupo da serpentina, como a lizardite, sais e óxidos-hidróxidos ocorrem nalgumas amostras, frequentemente em quantidades vestigiais. Os fatores de enriquecimento indicam que o zinco e o antimónio são os EPTs de maior preocupação. No entanto, algumas concentrações anómalas em amostras de poeira doméstica contribuíram para que o chumbo fosse também incluído no estudo. Os resultados dos testes de bioacessibilidade variam entre EPTs. Enquanto o chumbo e o zinco ocorrem em formas marcadamente bioacessíveis, o antimónio ocorre principalmente em formas insolúveis, o que pode ser explicado pela diferente distribuição da fase sólida dos três elementos. Embora a poeira interior seja muito enriquecida em antimónio, uma possível exposição através da ingestão de poeira é significativamente reduzida pela baixa biodisponibilidade oral mostrada pelo EPT.

Palavras-chave: poeira doméstica, biogeoquímica, mineralogia, elementos potencialmente tóxicos, exposição humana.

Abstract: A pilot survey, focusing on potentially toxic elements (PTE) in house dust collected from nineteen households from the industrial city of Estarreja, was carried out for purposes of human exposure assessment studies. This study aims at investigating the influence of the dust mineralogy and geochemistry on the oral bioaccessibility of chosen PTEs, as estimated by the Unified BARGE method. Pseudo-total and bioaccessible concentrations of major and trace elements were determined by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS). The mineral composition of indoor and paired outdoor dust samples was determined by means of X-ray diffraction analysis. The results show that the chemical composition of the dust samples discriminates completely between indoor and outdoor dust samples. The stepwise multiple discriminant analysis model obtained indicates that sodium, magnesium, cadmium, and iron are the most important variables in the discrimination. The mineralogy is dominated by calcite, quartz, and feldspars, with minor phyllosilicates, comprising a set of phases that occur in most samples. Minerals of the serpentine group (e.g., lizardite), soluble salts and oxides-hydroxides were identified in some samples, usually in trace amounts. The Enrichment Factors indicate that zinc and antimony are the PTEs of the greatest concern. However, due to a few anomalous concentrations found in some house dust samples, lead was further included in the study. The results of the bioaccessibility testing vary between PTEs. While lead and zinc are markedly bioaccessible, antimony mostly occurs in insoluble forms, which can be explained by the distinct solid phase distribution of the three elements. Although Sb is highly enriched in the indoor dust, a potential exposure through dust ingestion is significantly decreased by the low oral bioaccessibility shown by the PTE.

Keywords: house dust, biogeochemistry, mineralogy, potentially toxic elements, human exposure

Índices de polución y krigeado de la indicatriz aplicados a la construcción de mapas de isoprobabilidad para la identificación de clusters de elementos potencialmente tóxicos en suelos

Using SPI and indicator kriging for the construction of Isoprobability maps for the recognition of potentially toxic element clusters in soils

**Boente, C.^{1*}, Martín-Méndez, I.², Albuquerque, T.³,
Bel-Lán, A.², Rodríguez Gallego, J.L.¹,**

¹INDUROT and Environmental Technology, Biotechnology and Geochemistry Group, Campus de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600, Mieres, Spain

²Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas, 23, 28003, Madrid, Spain

³ Instituto Politécnico de Castelo Branco, CERNAS, QRural e ICT-Universidade de Évora, Av. Pedro Álvares Cabral, nº 12, 6000-084 Castelo Branco

* boentecarlos@uniovi.es

Resumen: La monitorización de la distribución de Elementos Potencialmente Tóxicos (EPTs) es una de las mayores preocupaciones en ciencias medioambientales debido al daño que éstos pueden provocar a los organismos cuando alcanzan determinadas concentraciones. Por su naturaleza, estos elementos pueden aparecer de manera natural especialmente en regiones con tradición minera. En este trabajo se propone una metodología sencilla que permite identificar zonas con altas cargas de EPTs y discernir si son de origen geogénico o no, así como determinar qué contaminantes tienen mayor influencia en cargas altas. Para ello se utiliza un índice de contaminación (SPI) ya contrastado en otros estudios que analiza globalmente el nivel de contaminantes en un suelo, y que además tiene en consideración la legislación en materia de suelos contaminados. A partir de este índice, se construyeron dos valores indicatrices. El primero, I1, considera el primer cuartil del SPI (Q1) como valor umbral (0,2949), y la probabilidad de no excederlo desvela núcleos de bajo valor de SPI, y por tanto baja contaminación dentro del área de estudio. Y al contrario, la indicatriz I2 utiliza el valor del tercer cuartil (Q3) como valor umbral (0,5055) y la probabilidad de excederlo revela núcleos con alta probabilidad de presentar valores altos de SPI. De esta manera, se definen áreas de mayor y menor riesgo para la salud. La metodología fue aplicada con éxito a los suelos de la región de Cantabria. El área Norte muestra la mayor probabilidad de superar el Q3, y la zona sur la mayor probabilidad de no exceder el Q1. Finalmente, se utilizaron factores de enriquecimiento para determinar qué elementos están más enriquecidos en los suelos, así como para identificar los orígenes de la contaminación.

Palabras clave: Elementos Potencialmente Tóxicos; Contaminación de suelos; Factores de enriquecimiento; Krigeado de la indicatriz; Mapas de isoprobabilidad.

Abstract: The monitoring of the distribution of Potentially Toxic Elements is one of the major concerns in environmental science. A long exposure to high concentrations may cause multiple damage to human, animal or plant health. Regarding this, soils are very exposed to the entrance of these hazardous elements through diffuse pollution, giving rise to areas where the concentrations of pollutants may be alarming. On the other hand, many of these enrichments appear due to geogenic factors, especially in regions with historical mining legacy. Here, a contrasted Soil Pollution Index (SPI) is used to analyze the degree of pollution in soils globally, considering the pollution laws (Risk-Based Soil Screening Levels or RBSSL). Based on this index two Indicator variables were constructed. The first one, I1, considers the first quartile (Q1) as a threshold (0,2949), and the probability of not being exceeded reveals cores of low SPI values within the study area. On the other hand, I2, uses the third quartile value (Q3) as limit (0.5055) and the probability of being exceeded revealing high SPI values and, therefore, defining patterns of hazardous clusters within the study area. The methodology was successfully applied to soils of the region of Cantabria. The northern area showed the highest probability for SPI values over Q3 and the southern zone the highest probability of not exceed Q1. Finally, Enrichment factors were used to determine which elements are more enriched in soils and to ascertain the origins of pollution.

Keywords: Potentially Toxic Element; Soil pollution; Enrichment factor; Indicator Kriging; Isoprobability mapping

Caracterización geoquímica de la Cuenca de El Hito (Cuenca, España central)

Geochemical characterization of El Hito Basin (Cuenca, central Spain)

Sánchez-Palencia, Y.^{1*}, Llamas, J.F.¹, Ortiz, J.E.¹, Torres, T.¹

¹ Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular, E.T.S.I. Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid 28003, España.

* Yolanda.sanchezpalencia@upm.es

Resumen: Este trabajo recoge los resultados del análisis de agrupaciones realizado a partir de las concentraciones de elementos presentes en los suelos y sedimentos de la Cuenca de El Hito, así como la interpretación en base a los posibles mecanismos físico-químicos que controlaron su presencia y concentración. A partir del análisis factorial se interpreta la existencia de cinco grupos relacionados con la geología y litología, solubilidad, transporte eólico y contaminación antrópica. Se descarta afección debido a vehículos y/o combustión al no observarse correlación con los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs).

Palabras clave: elementos traza, Cuenca de El Hito, suelos, análisis factorial.

Abstract: This work collects the results of the analysis of groups that are interpreted from the element concentrations presented in the soils and sediments of El Hito Basin, as well as their interpretation based on the possible physico-chemical mechanisms that controlled their presence and concentration. The factorial analysis reveals the existence of five groups related to geology and lithology, solubility, wind transport and anthropic contamination. Environmental impact due to vehicles and / or combustion is ruled out since there is no correlation with aromatic polycyclic hydrocarbons (PAHs).

Keywords: trace elements, El Hito Basin, soils, factorial analysis.

Evaluación geoquímico-ambiental de pasivos de minería de uranio en Peña Blanca, México

Geochemical and environmental assessment of uranium mining liabilities in Peña Blanca, Mexico

Guzmán-Martínez, F.^{1,2}, Arranz-González, J.C.³, García Martínez, M.J.^{1*}.

¹ Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía. Calle Ríos Rosas, 21. 28003. Madrid. España.

² Servicio Geológico Mexicano. Bulevar Felipe Ángeles Km. 93.50-4, Venta Prieta, 42083. Pachuca, Hidalgo, México.

³ Instituto Geológico y Minero de España. Calle Ríos Rosas, 23. 28003. Madrid. España.

*mj.garcia@upm.es

Resumen: Cierta tipo de pasivos ambientales mineros pueden suponer un riesgo inaceptable para la salud humana y para el medio ambiente debido a su capacidad de generación de drenaje ácido de mina y su toxicidad. Este trabajo caracteriza la geoquímica ambiental asociada a los pasivos ambientales de la localidad uranífera Peña Blanca, México. Para ello, se realizó un muestreo sistemático superficial y se evaluó la capacidad de generación de drenaje ácido. Las especies minerales fueron identificadas por difracción de rayos-x y se cuantificaron los elementos mediante espectrometría de emisión óptica de plasma. Se determinaron los niveles de fondo para cada unidad litológica y se evaluó el denominado índice de contaminación. Se determinó que 26 de las 60 muestras son potencialmente generadoras de drenaje ácido de mina, encontrándose relación entre éstas y la litología uranífera. Los resultados indican que la calcita tiene un rol determinante en la neutralización de la acidez. Exceptuando al As, los niveles de fondo por unidad litológica fueron significativamente más bajos que las concentraciones de referencia de la normativa mexicana. Respecto a la contaminación potencial, los valores del índice de contaminación fueron bajos (1.30-7.95) lo cual implica baja toxicidad potencial.

Palabras clave: Drenaje ácido de minas, Índice de contaminación, Niveles de fondo, Elementos potencialmente tóxicos.

Abstract: Some mining environmental liabilities poses an unacceptable risk to the environment and human health due to acid mine drainage and its toxicity. This paper assesses the geochemical and environmental characterization of uranium mining liabilities in Peña Blanca, Mexico. Systematic and superficial grid sampling was taken. The mineralogy was identified by x-ray diffraction technique and, inductively coupled plasma optical emission spectrometry technique was used to determine the concentration of the elements. Background levels were determined for each lithology, and a contamination index was assessed. Results indicate that 26-sampled tested have acid mine drainage potential, and those samples were associated with the uranium lithology. The results suggest that calcite plays a key role in neutralization. Apart from arsenic, the background levels of potentially toxic elements were lower than those specified in the Mexican environmental regulations. Concerning potential contamination, the low contamination index values (1.30-7.95) suggest a low toxicity potential.

Keywords: Acid mine drainage, Index of contamination, Background levels, Potentially toxic elements.

Caracterización hidrogeoquímica de un río en los Andes Peruanos

Hydrogeochemical characterization of a river in the Peruvian Andes

Fortes, J.C.^{1,2 *}, **Dávila, J.M.**^{1,2}, **Santisteban, M.**^{1,2}, **Sarmiento, A.M.**^{1,2}, **Grande, J.A.**^{1,2}, **Córdoba, F.**³, **Luís, A.T.**^{2,4}

¹Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

²Department of Water, Mining and Environment, Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain

³Dpto. Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. 21071 Huelva (España)

⁴GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* jcfortes@uhu.es

Resumen: Perú es el segundo productor de cobre a nivel mundial. En los Andes Peruanos hay un río que muestra, desde hace varias décadas, un progresivo deterioro de la calidad de sus aguas, hasta entonces de calidad piscícola y afectadas por altos valores de acidez. Esto puede deberse a tres procesos diferentes: a) La retracción glacial que expone cantidades masivas de minerales de sulfuro a las condiciones atmosféricas (ARD). b) Presencia potencial de cuerpos masivos de sulfuro subterráneos y bioxidación superficial de los mismos. c) Existencia de una conexión subterránea entre la mina cercana y la fuente del río contaminado (AMD). La caracterización fisicoquímica de las aguas y el tratamiento gráfico estadístico permite concluir que la contaminación se debe a procesos geológicos (ARD).

Palabras clave: Andes peruanos, AMD, ARD, Caracterización Hidrogeoquímica.

Abstract: Peru is the second largest country in the world when it refers to copper production. In the Peruvian Andes there is a river that shows, for several decades, a progressive deterioration of the quality of its waters, until then of fish quality and affected by high values of acidity. This may be due to three different processes: a) Glacial retraction that exposes massive amounts of sulfur minerals to atmospheric conditions (ARD). b) Potential presence of massive subterranean sulphide bodies and surface bioxidation thereof. c) Existence of an underground connection between the nearby mine and the polluted river source (AMD). The physicochemical characterization of the waters and the statistical graphical treatment allows to conclude that the contamination is due to geological processes (ARD)

Keywords: Peruvian Andes, AMD, ARD, Hydrogeochemical characterization.

Avaliação da contaminação associada às escombreyras das minas de Rio de Frades – Arouca

Evaluation of the contamination associated with the tailings of the Rio de Frades mine - Arouca

Fonseca, B.^{1*}, Durães, N.², Patinha, C.², Guerner Dias, A.¹

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal

² GEOBIOTEC – Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* up201402957@fc.up.pt

Resumo: Este trabalho aborda a problemática da contaminação associada a antigas explorações mineiras abandonadas, focando-se no exemplo da mina de Rio de Frades (Arouca), onde foram explorados concentrados de W e Sn e cujo encerramento ocorreu há aproximadamente 60 anos. Os resultados obtidos indicam que os solos na envolvente à antiga área mineira estão enriquecidos em diversos metais/metaloídes (As, Cd, Cr, Mn, Mo, Sb, Sn e W), sendo de destacar os elevados teores de As e W, que ultrapassam, de forma generalizada, os valores de fundo geoquímico da região e os valores típicos para solos não contaminados. Apesar destas concentrações elevadas, os teores extraídos da fração biodisponível são baixos, sendo o Mn aquele que se apresenta numa fase mais móvel. A capacidade de mobilização destes elementos potencialmente tóxicos (EPT) a partir da fração biodisponível do solo para as folhas da planta nativa da região, *Erica umbellata*, é significativa, mas apenas o As e o Mn apresentam concentrações elevadas nas folhas. Neste sentido, a capacidade de atenuação da contaminação de As (um dos principais contaminantes do solo nesta área) por esta planta deve ser considerada e objeto de estudos mais específicos nesta temática.

Palavras-chave: Rio de Frades, escombreyras, solos, plantas, biodisponibilidade

Abstract: This work deals with the problem of contamination in abandoned mining areas, focusing on the example of the Rio de Frades mine (Arouca), closed to approximately 60 years, and where W and Sn concentrates were exploited.

Soils surrounding the old mining area are enriched in several metal(loid)s (As, Cd, Cr, Mn, Mo, Sb, Sn and W), being of note the high levels of As and W that exceed, in general, the geochemical background values of the region, and the typical values for uncontaminated soils. Despite these high concentrations, the amounts extracted from the bioavailable fraction are low. Manganese is presented in a more mobile phase. The ability to mobilize these potential toxic elements (PTE) from the bioavailable fraction of the soil to the leaves of the native plant of the region, *Erica umbellata*, is significant, but only As and Mn show high concentrations in the leaves. In this sense, the ability to attenuate contamination of As (one of the main soil contaminants in this area) by this plant should be considered and object of more focused studies.

Keywords: Rio de Frades, tailings, soils, plants, bioavailability

Contaminación por metales pesados y evaluación del riesgo ecológico en el campo minero Ponce Enríquez (Ecuador)

Heavy metals contamination and ecological risk assessment in the Ponce Enríquez mining area (Ecuador)

Jiménez, S.^{1*}, García Martínez, M.J.¹, Coello, X.², Ortega, M.¹, Romero, P.²

¹ Departamento de Energía y Combustibles, Universidad Politécnica de Madrid, Alenza 4, 28003 Madrid, España.

² Facultad de Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Km 30.5 vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador.

* samantha.jimenez.oyola@alumnos.upm.es

Resumen: La minería aurífera en Ponce Enríquez ha provocado una extensa degradación ambiental. El grado de contaminación y el riesgo ecológico de los sedimentos de río se evaluó a partir de las concentraciones de As, Cd, Cu, Hg, Pb, y Zn en 187 muestras procedentes de las cuencas Río Siete y Río Tenguel. Estas concentraciones fueron comparadas con los valores de calidad de los sedimentos: TEL (Concentración con efecto limite) y PEL (Concentración con efecto probable). Además, se calculó el Índice de Geo-acumulación (I_{geo}) y el Índice de Riesgo Ecológico Potencial (IR). Los resultados evidencian que los sedimentos de río en el campo minero están altamente contaminados, constituyendo un riesgo toxicológico potencial para la biota. Las concentraciones de As, Cu y Hg superan el PEL en el 94%, 85% y 63% de los emplazamientos, respectivamente. Con respecto al I_{geo} , la contaminación es extremadamente alta por As en la cuenca del Río Siete y por Hg en la cuenca del Río Tenguel, mientras que el IR arrojó valores inaceptables de riesgo ecológico por Hg y As, y riesgo ecológico considerable para Cd. Por otro lado, el Cu, Pb y Zn, presentan un bajo riesgo ecológico.

Palabras clave: minería aurífera, metales pesados, contaminación ambiental, riesgo ecológico.

Abstract: The artisanal gold mining in the Ponce Enríquez district has caused extensive environmental degradation. To assess the level of contamination and the ecological risk of sediments in the basins of Río Siete and Río Tenguel, the concentrations of As, Cd, Cu, Hg, Pb, and Zn was evaluated in 187 sediment samples. The concentration of each metal was compared with the sediment quality values: TEL (Concentration with limit effect) and PEL (Concentration with probable effect). Also, the analysis of sediment quality was made by calculating the Geoaccumulation Index (I_{geo}) and the Potential Ecological Risk Index (IR) in each site. As a result, sediments from the mining district are highly contaminated with As, Cu and Hg, which exceed the PEL limit in 94%, 85% and 63% of the sites, respectively. This shows that these elements represent a potential toxicological risk for biota in river sediments. Regarding the I_{geo} , the pollution is extremely high for As in River Siete basin, and for Hg in Tenguel River basin, while, the IR values showed unacceptable ecological risk for Hg and As, and considerable risk for Cd. On the other hand, Cu, Pb and Zn sowed a low ecological risk.

Keywords: gold mining, heavy metals, environmental pollution, ecological risk.

Los estromalitos singulares del río Tintillo (Huelva, España) como resultado de la interacción entre microorganismos extremófilos y los materiales propios de un río afectado por AMD (Huelva, España)

Singular stromatolites from Tintillo river (Huelva, España) as resulted from interaction between extremophile microorganisms and materials from an AMD-polluted river.

Chacón-Baca, E.¹, Santos, A.², Santisteban, M.³, Dávila, J.M.³, Sarmiento, A.M.³, Fortes, J.C.³, Córdoba, F.^{4*}, Curiel, J.⁵, Luís, A.T.⁶, Grande, J.A.³

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL), Facultad de Ciencias de la Tierra. Carretera Cierro Prieto Km 8, Linares, Nuevo León, México 67700, México

² Department of Apply Geosciences, CCTH - Science and Technology Research Centre, University of Huelva, Av. Fuerzas Armadas SN, 21071 Huelva, Spain

³ Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819 Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

⁴ Cellular Responses to Environmental Stress Research Group, Department of Integrated Sciences. Faculty of Experimental Sciences. University of Huelva, 21071 Huelva (España)

⁵ Environmental Geochemical and Engineering Laboratory (LI2GA), Polytechnic University of Madrid, c/Alenza 4, 28003 Madrid, Spain

⁶ GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* fcordoba@uhu.es

Resumen: El río Tintillo nace en el entorno minero de Riotinto en la Faja Pirítica Ibérica. Es un río afectado por el Drenaje Ácido de Mina que se origina por los lixiviados ácidos de las escombreras de la mina. El río contiene formaciones sedimentarias aterrazadas o estromatolitos de hierro. Su origen y evolución resultan de un elevado interés biogeoquímico y también astrobiológico, dada su similitud con superficies extraterrestres de origen potencialmente biológico. En esta comunicación mostramos que la laminación de estas formaciones aterrazadas de hierro se explica por su distribución granulométrica y que existe una zonación biológica con presencia de diatomeas, algas y cianobacterias filamentosas. Demostramos además que existe una interacción entre la matriz extracelular microbiana (EPS) y minerales precipitados, especialmente schwertmannita, y que se producen precipitados autigénicos de sulfuros entre los filamentos de cianobacterias.

Palabras clave: Estromatolitos de hierro, Faja Pirítica Ibérica, Drenaje Ácido de Mina, diatomeas, cianobacterias, matriz extracelular microbiana (EPS).

Abstract: The Tintillo River originates in the mining environment of Riotinto in the Iberian Pyrite Belt. This river is polluted by the Acid Mine Drainage that is caused by the acid leachate from the tailings of the mine. The river contains terraced sedimentary formations or iron stromatolites. Its origin and evolution have a high biogeochemical interest and also a source of knowledge for astrobiology, given its similarity with extraterrestrial surfaces of potentially biological origin. In this communication we show that the lamination of these terraced iron formations is explained by their granulometric distribution and that there is a biological zonation with the presence of diatoms, filamentous algae and cyanobacteria. We also show the interaction between the extracellular microbial matrix (EPS) and precipitated minerals, especially schwertmannite and jarosite, and that autigenic precipitates of sulfides are produced between the filaments of cyanobacteria.

Keywords: Iron stromatolite, Iberian Pyritic Belt, Acid Mine Drainage, diatoms, cyanobacteria, extracellular microbial matrix (EPS).

El extremo del medio extremo: Hallazgo excepcional de un agua con valor de pH negativo en un cauce afectado por AMD en la Faja Pirítica Ibérica.

The end of the extreme environment: Exceptional finding of a water with a negative pH value in a channel affected by AMD in the Iberian Pyrite Belt

Grande, J.A.^{1,2*}, Sarmiento, A.M.^{1,2}, Luís, A.T.^{3,4}, Dávila, J.M.^{1,2}, Fortes, J.C.^{1,2}, Santisteban, M.^{1,2}, Curiel, J.⁵, Leiva, M.², Ferreira da Silva, E.A.³

¹ Department of Water, Mining and Environment, Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain

² Sustainable Mining Engineering Research Group, Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering, Higher Technical School of Engineering, University of Huelva, 21819 Palos de la Frontera, Huelva, Spain

³ GeoBioTec Research Unit, Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁴ CESAM Associated Lab, Department of Biology, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁵ Environmental Geochemical and Engineering Laboratory (LI2GA), Polytechnic University of Madrid, c/Alenza 4, 28003 Madrid, Spain

Resumen: En este trabajo se presenta un hallazgo único en la literatura científica en el medio natural. Se trata de un pH negativo de -1.56, nunca antes encontrado en ambientes al aire libre contaminados por Drenaje Acido de Mina.

En el mismo escenario encontramos valores extremos de 59 g / L de Fe, 2.4 g / L de Al, 740 mg / L de As, 4.3 mg / L de Co, 5.3 mg / L de Ge, 4.8 mg / L de Sb. Los principales objetivos del presente trabajo son la caracterización fisicoquímica y la evaluación de la toxicidad de estas aguas radicales contaminadas. Además, se propone un modelo hidrogeoquímico del sistema, que justifique el valor de pH extremo y las concentraciones extraordinariamente altas de elementos tóxicos, incluso para ambientes de Drenaje Acido de Mina. La acidez extrema y las concentraciones de metales y sulfatos en este ambiente radical se deben a varios procesos de diferente naturaleza, principalmente impulsados por la geoquímica de los minerales presentes y en el carácter endorreico de la cuenca.

Palabras clave: pH negativo, Faja Pirítica Ibérica, Drenaje Acido de Mina

Abstract: In this work is showed a excepcional find in the scientific literature in the natural environment, a negative pH of -1.56, never found before in open-air environments contaminated by acid mine drainage.

This sample point also show extreme values of 59 g/L of Fe, 2.4 g/L of Al, 740 mg/L of As, 4.3 mg/L of Co, 5.3 mg/L of Ge, 4.8 mg/L of Sb, inter alia, can be found dissolved in these polluted waters. The main aims of the present work are the physicochemical characterization and the toxicity assessment of these radical polluted waters. In addition, a hydrogeochemical model of the system will be proposed, which justifies the extreme pH value and the extraordinarily high concentrations of toxic elements, even for acid mine drainage polluted environments. Extreme acidity and metal and sulphate concentrations in the Radical Environment are due to several processes of different nature, mainly driven by the geochemistry of the minerals presents in the endorheic character of the basin.

Keywords: Negative pH values, Iberian Pyrite Belt, Acid Mine Drainage

Caracterización biogeoquímica de embalses afectado por drenaje ácido de mina en la Faja Pirítica Ibérica española mediante técnicas de fuzzy logic

Biogeochemical characterization of dams affected by Acid Mine Drainage in the Spanish Iberian Pyrite Belt through techniques of Fuzzy Logic

Santisteban, M.^{1,2*}, Grande, J.A.^{1,2}, Dávila, J.M.^{1,2}, Sarmiento, A.M.^{1,2}, Fortes, J.C.^{1,2}, Córdoba, F.³, Luís, A.T.^{2,4}

¹Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

²Department of Water, Mining and Environment, Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain

³Dpto. Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. 21071 Huelva (España)

⁴GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* maria.santisteban@dimme.uhu.es

Resumen: El Drenaje Ácido de Minas (AMD) es el principal problema asociado a la minería, especialmente causados por la explotación de sulfuros, que produce altos impactos, en muchos casos, irreversibles, siendo el agua uno de los medios más afectados. El diagnóstico del nivel de contaminación por AMD a través del uso de diatomeas ha demostrado ser una herramienta ecológica efectiva para evaluar el impacto y seleccionar las medidas preventivas y correctoras más adecuadas para tratar estos sitios afectados. En el presente trabajo, se estudiarán las relaciones existentes entre los indicadores biológicos y fisicoquímicos de los procesos de drenaje ácido de minas (AMD) en todos los embalses afectados por AMD en la Faja Pirítica Española (IPB) mediante el uso de técnicas de Fuzzy Logic, en contraste con los tratamientos de estadística clásica. Estas técnicas mejoran considerablemente el trabajo y facilitan el conocimiento de los procesos involucrados, lo que permite una mejor discriminación de las respuestas de las diatomeas a los estímulos causados por los cambios hidroquímicos impuestos por los procesos que afectan la calidad del agua

Palabras clave: Drenaje de ácido de mina; Faja Pirítica Ibérica; diatomeas; indicadores ecológicos; metales.

Abstract: Acid Mine Drainage (AMD) is the main problem associated with mining, especially caused by the exploitation of mining sulfides, which produces high impacts, in many cases, irreversible, being waters one of the most affected media. The diagnosis of AMD contamination level through the use of diatoms has been proven to be an effective ecological tool to assess the impact and select the most appropriate preventive and corrective measures to treat these affected sites. In the present work, the existing relationships between the biological and physicochemical indicators of acid mine drainage (AMD) processes will be studied in all dams affected by AMD in the Spanish Pyrite Belt (IPB) through the use of Fuzzy Logic techniques, in contrast to the treatments of classical statistics. These techniques considerably improve the work and facilitate the knowledge of the processes involved, which allows a better discrimination of the responses of the diatoms to the stimuli caused by the hydrochemical changes imposed by the processes that affect the quality of the water.

Keywords: Acid Mine Drainage; Iberian Pyrite Belt; diatoms; ecological indicators; metals.

Diatomeas de la cuenca del río Odiel: su distribución en función del grado de polución por el Drenaje Ácido de Mina

Diatoms of the Odiel river basin: distribution according to the degree of pollution by Acid Mine Drainage.

Leiva, M.¹, Bryka, K.¹, Romero, S.¹, Santisteban, M.³, Dávila, J.M.³, Sarmiento, A.M.³, Fortes, J.C.³, Luís, A.T.², Grande, J.A.³, Córdoba, F.^{1*}

¹ Cellular Responses to Environmental Stress Research Group, Department of Integrated Sciences. Faculty of Experimental Sciences. University of Huelva, 21071 Huelva (España)

² GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

³ Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819 Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

* fcordova@uhu.es

Resumen: La cuenca del río Odiel, en el sudoeste de España, es de una gran complejidad debido al aporte de aguas no contaminadas y de aguas altamente polucionadas debido al drenaje ácido de minas. La variedad de cursos fluviales y su heterogeneidad convierten a la cuenca en un recurso óptimo para analizar la influencia de diversos factores físico-químicos sobre las poblaciones de seres vivos que habitan sus aguas. En esta comunicación se muestran los resultados parciales de la distribución de diatomeas epipsámicas en 15 cursos de agua diferenciados, dado que las diatomeas se han mostrado en numerosas ocasiones como bioindicadores de la calidad de las aguas continentales. Los resultados muestran que las comunidades de diatomeas de la cuenca del río Odiel se distribuyen esencialmente en función del pH, conductividad y potencial redox, aunque cada curso de agua analizado muestra variaciones que dependen de factores locales (estacionalidad, insolación, metales contenidos, etc.).

Palabras clave: Drenaje de ácido de minas, Faja Pirítica Ibérica, diatomeas, bioindicadores, metales.

Abstract: The Odiel river basin, in southwestern Spain, is of great complexity due to the contribution of unpolluted waters and highly polluted waters due to acid mine drainage. The variety of river courses and their heterogeneity make the basin an optimal resource to analyze the influence of various physical-chemical factors on the populations of living beings that inhabit their waters. This communication shows the partial results of the distribution of epipsammic diatoms in 15 different water courses, given that diatoms have been shown on numerous occasions as bioindicators of the quality of continental waters. The results show that the diatom communities of the Odiel river basin are distributed essentially according to pH, conductivity and redox potential, although each water course analyzed shows variations that depend on local factors (seasonality, insolation, contained metals, etc.).

Keywords: Acid Mine Drainage, Iberian Pyritic Belt, diatoms, bioindicators, metals

Fraccionamiento de U y metales pesados en la fracción coloidal en condiciones de drenaje ácido de mina del área del Río Tinto (España SO)

Fractionation of U and heavy metals into the colloidal fraction in acid mine drainage conditions in the Río Tinto area (SW Spain)

Curcio, A.C.^{1*}, Barbero, L.¹, Casas-Ruiz, M.², López-Ramírez, J.A.³

¹ Dpt Ciencias de la Tierra, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real (Cádiz), España

² Dpt. Física Aplicada, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real (Cádiz), España

³ Dpt. Tecnologías del Medio Ambiente, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real (Cádiz), España

* andreaceleste.curcio@alum.uca.es

Resumen: El trabajo se centra en el estudio de la abundancia y fraccionamiento de U y ciertos metales pesados en la fase disuelta y diferentes fracciones coloidales en condiciones de drenaje ácido de mina en el área de Río Tinto, en el suroeste de España. Se implementó la técnica de ultrafiltración por membranas de diferentes cortes de peso molecular, incluyendo 50, 10 y 3 kDa, y se aplicó un modelo de permeación para cuantificar el coeficiente de permeación, y la abundancia coloidal de U y los metales seleccionados en las diversas fracciones de tamaño molecular. Las concentraciones de los metales en el área de drenaje ácido de mina resultaron mucho más elevadas con respecto a las aguas naturales. En las muestras se observaron elevadas relaciones isotópicas de $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Se detectó una baja cantidad de metales coloidales en la fracción de tamaño entre 3 y 10 kDa, probablemente debida a las condiciones fuertemente ácidas. Además, la concentración de U coloidal es muy baja en el área de estudio, ya que hay pequeñas diferencias en las concentraciones de U entre la fracción filtrada y la ultrafiltrada.

Palabras clave: Coloides, Uranio, Metales pesados, Ultrafiltración, Modelo de permeación.

Abstract: The work deals with the examination of the abundance and partitioning of U and selected heavy metals in dissolved and different colloidal fractions in acid mine drainage conditions in the Río Tinto area, SW Spain. Ultrafiltration with different molecular weight cut-offs, including 50, 10 and 3 kDa, was used and a permeation model to quantify the permeation coefficient, and thus the colloidal abundance, of U and selected metals in different molecular size fractions was applied. Metal concentrations in the acid mine drainage area were found much higher than those in natural waters. In addition, high uranium isotopic ratios ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) were observed in the water samples. The authors observed little colloidal metals in the size fraction between 3 kDa-10 kDa, likely due to the strong acidic conditions. In addition, concentrations of colloidal U are low in the study area since there are little differences in U concentrations between filtrates and ultrafiltrates.

Keywords: Colloidal particles, Uranium, Heavy metals, Ultrafiltration, Permeation model.

Caracterização biogeoquímica de um local afectado por Drenagem Ácida de Mina (DAM): Resposta dos biofilmes algais aos estímulos provocados pela acidez e a carga metálica das águas superficiais

Biogeochemical characterization of a site affected by Acid Mine Drainage (AMD): Response of algal biofilms to the stimuli caused by acidity and metallic load of surface waters

Luís, A.T.^{1,5*}, Teixeira, M.³, Durães, N.¹, Almeida, S.F.P.⁴, Figueira, E.^{2,3}, Grande, J.A.⁵, Davila, J.M.⁵, Sarmiento, A.M.⁵, Fortes, J.C.⁵, Córdoba, F.⁵, Santisteban, M.⁵, Díaz-Curiel, J.⁶, Ferreira da Silva, E.A.

¹GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

²CESAM Associated Lab – Department of Biology, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

³Department of Biology, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

⁴GeoBioTec Research Unit and Biology Department, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

⁵Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, Spain

⁶Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Ríos Rosas 21, Madrid, Spain

* anatluis@ua.pt

Resumo: O papel dos biofilmes como indicadores do grau de contaminação de águas superficiais é um fato amplamente descrito na literatura científica, assim, podem ser estabelecidas relações de causa e efeito entre as variáveis hidrogeoquímicas típicas de ambientes com grau extremo de contaminação e os mecanismos de adaptação dos biofilmes presentes em áreas mineiras. Neste caso, a Mina de São Domingos (S.E. Portugal) foi escolhida por ter sido uma das explorações de sulfuretos mais representativa da parte portuguesa da Faixa Piritosa Ibérica (FPI).

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da acidez e metais sobre os biofilmes amostrados em dois pontos (Lagoa Ácida (AP) e Ribeira Ácida (AS) afetados por Drenagem Ácida de Mina (DAM), tendo como fundo regional/controlado (C), um local não contaminado com pH quase neutro. Os resultados mostraram as condições típicas de água contaminada por DAM dos pontos AS e AP (pH <3 e altas concentrações de Al, Cu, Fe, Mn, Pb e Zn), responsáveis pela diminuição da: biomassa, biodiversidade, quantidade de proteínas, pigmentos fotossintéticos e aumento da atividade das enzimas de biotransformação e das enzimas antioxidantes.

Palavras-chave: Biofilmes; metais pesados; acidez; atividade enzimática; pigmentos fotossintéticos

Abstract: The role of biofilms as indicators of the contamination degree of water is a fact widely described in the scientific literature. Thus, it is possible to define the cause-effect relationships between the hydrogeochemical variables typical of extreme contamination environments and the adaptation mechanisms of biofilms in mining areas. In this case, São Domingos Mine (S.E. Portugal) was chosen as it was one of the most representative exploitations of sulphides from the portuguese part of the Iberian Pyrite Belt (IPB).

Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of acidity and metals in biofilms collected in two sites (a lentic permanent acid pond (AP) and a temporary acid stream (AS)] affected by Acid Mine Drainage (AMD), and taking as control (C), an uncontaminated site with circumneutral pH. The results showed typical conditions of AMD-contaminated waters of sites AS and AP (pH<3 and high concentrations of Al, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn), which are responsible for a substantial decrease in: biomass, biodiversity, amount of proteins and photosynthetic pigments, and increase of antioxidant and biotransformation enzymes activity.

Keywords: Biofilms; heavy metals; acidity; enzymatic activity; photosynthetic pigments

Mobilidade de elementos maiores e traço em resíduos de exploração mineira de carvão na Bacia Carbonífera do Douro (Portugal)

Mobility of major and trace elements in residues from coal mining in Douro Coalfield (Portugal)

Ribeiro, J.^{1,2*}, Flores, D.^{1,3}

¹ Instituto de Ciências da Terra – Polo da Universidade do Porto. Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal.

² Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Rua Sílvio Lima, Pólo II da Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal.

³ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal.

* joanaribeiro@fc.up.pt

Resumo: Os rejeitados de exploração mineira de carvão na Bacia Carbonífera do Douro estão depositados em várias escombreyas localizadas perto das antigas áreas mineiras, causando impactos ambientais significativos. O principal objetivo deste estudo é contribuir para a investigação sobre os impactos ambientais causados pela deposição de resíduos mineiros da exploração de carvão na Bacia Carbonífera do Douro. Amostras de carvão e de 2 sondagens mecânicas realizados na escombreya de S. Pedro da Cova foram selecionadas para a caracterização geoquímica do material da escombreya e dos lixiviados obtidos a partir desse material. Os resultados demonstram que os lixiviados provenientes do material da escombreya possuem pH e condutividade elétrica (CE) que variam entre 3,8 e 5,4 e 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 211 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Os elementos com maior percentagem de lixiviação são Ca, Cd Co, Mg, Mn, Na, Ni, S e Zn, indicando que estes elementos são mais facilmente lixiviados e acessíveis para percolação e mobilização na escombreya de S. Pedro da Cova. A CE e as percentagens de lixiviação tendem a aumentar das amostras mais superficiais para as mais profundas, o que pode estar relacionado com o aumento dos iões em solução, devido à percolação de água meteórica na escombreya de S. Pedro da Cova.

Palavras-chave: exploração de carvão, escombreyas, impactes ambientais, compostos solúveis em água, mobilização de elementos.

Abstract: The rejects and overburdened material from past coal mining in Douro Coalfield are disposed in many coal waste piles nearby the mining areas, causing significant environmental impacts. The main objective of this study is to contribute for the investigation about the environmental impacts caused by the disposal of coal mining residues in Douro Coalfield. Samples from coal and from 2 boreholes performed in S. Pedro da Cova waste pile were selected for the geochemical characterization of the waste material and the water leachable fraction obtained from that material. The results demonstrate that the leachates from coal waste material have pH and electrical conductivity (EC) varying from 3.8 to 5.4 and from 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 211 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectively. The elements with higher leached percentage are Ca, Cd Co, Mg, Mn, Na, Ni, S, and Zn, indicating that these elements are the most easily leached and accessible for percolation and mobilization in S. Pedro da Cova waste pile. The EC and the leached percentages tend to increase from the more superficial to the deeper samples which may be related with the increase of ions in solution because of the meteoric water percolation in S. Pedro da Cova waste pile.

Keywords: coal mining, waste piles, environmental impacts, water soluble compounds, elements mobilization.

Poderá a *Lablab purpureus* (L.) Sweet ser uma cultura fitoestabilizadora de solos contaminados?

Can Lablab purpureus (L.) Sweet be a phytostabilizing crop of contaminated soils?

Vidigal, P.¹, Monteiro, F.², Abreu, M.M.^{1*}

¹ Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, 1349-017 Lisboa, Portugal

² Forest Research Centre (CEF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, 1349-017 Lisboa, Portugal

* manuelaabreu@isa.ulisboa.pt

Resumo: As atividades mineiras originam degradação e contaminação dos solos e destabilização dos ecossistemas. Embora alguns destes solos degradados possam ser colonizados naturalmente por vegetação esta faz-se em regra de forma lenta. Porém, as propriedades destes solos e a presença de teores elevados de elementos potencialmente tóxicos são condições adversas para a atividade agrícola. Para reabilitar estes solos e rentabilizar estas áreas para a atividade agrícola, a construção de Tecnossolos a partir da adição de resíduos orgânicos/inorgânicos e o cultivo de uma espécie agrícola irá representar a melhoria das propriedades destes solos e oferecer uma opção viável com impacto económico, respectivamente. Os resultados obtidos no presente estudo, demonstram que a leguminosa multifuncional *Lablab purpureus* (L.) Sweet tem potencial como planta fitoestabilizadora e quando produzida em Tecnossolos (Gossan da área mineira de São Domingos com resíduos orgânicos e inorgânicos) é uma solução sustentável e rentável para a reabilitação destas áreas marginais, promovendo ainda a economia circular.

Palavras-chave: Tecnossolos, fitoestabilização, *Lablab purpureus*, leguminosas.

Abstract: Mining activities result in soil degradation and contamination as well as ecosystem disruption. In some cases, these degraded soils are naturally colonized by vegetation, but very slowly. However, the properties of these soils and the presence of potentially hazardous elements are adverse for agriculture. Our results show that the multifunctional legume *Lablab purpureus* (L.) Sweet has the potential to be a phytostabilizing crop specially when produced in Technosols made with the addition of organic/inorganic wastes, thus representing a possible rehabilitation formula to potentiate an economic return from these marginal areas, while contributing to the circular economy.

Keywords: Technosols, soil rehabilitation, *Lablab purpureus*, legumes

Avaliação do potencial do maciço de Morais para a fitominação de níquel

Assessment of the Morais massif's potential for nickel phytomining

Alves, A.R.A.^{1*}, Ferreira da Silva, E.A.¹, Novo, L.A.B.¹

¹Laboratório de Fitotecnologias Experimentais e Aplicadas (LEAPH), GeoBioTec, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal

*ana.rita.alves@ua.pt

Resumo: As áreas ultramáficas são cruciais para a fitominação de níquel (Ni) devido às altas concentrações deste elemento nos seus solos e ao elevado número de plantas hiperacumuladoras que nelas se encontram. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial do maciço de Morais, uma área ultramáfica em Portugal, para a fitominação de Ni com a espécie hiperacumuladora *Alyssum serpyllifolium* subsp. *lusitanicum*. Foram selecionados quatro pontos de amostragem ao longo do maciço e recolhidas amostras de solo e exemplares de *A. serpyllifolium* para cada ponto. Posteriormente, foi determinada a concentração de Ni nas amostras. Os resultados demonstram que as concentrações de Ni no solo são significativamente superiores ($p < 0.05$) no ponto de amostragem 1 e 2, com concentrações médias de 1918 e 2092 mg kg⁻¹, respetivamente. As plantas que exibem uma acumulação do metal significativamente maior nas suas partes aéreas foram recolhidas no ponto 1, 2 e 4, apresentando um valor médio de quantidade coletável de Ni por planta de 88.36, 93.80 e 95.56 mg, respetivamente. Estes resultados sugerem que os locais com maior potencial para a fitominação correspondem aos pontos 1, 2 e 4, e que neste último a biodisponibilidade de Ni é superior. A implementação de um sistema de fitominação de níquel em Morais pode representar um rendimento adicional para agricultores locais, uma vez que os solos ultramáficos apresentam uma baixa produtividade agrícola.

Palavras-chave: fitominação, níquel, *Alyssum serpyllifolium*, Morais, solos serpentínicos

Abstract: Ultramafic areas are critical for nickel (Ni) phytomining due to the high concentration of this element in their soils and the number of hyperaccumulators they harbor. The aim of the present study was to evaluate the potential of the Morais massif, an ultramafic area in Portugal, for phytomining using the hyperaccumulator species *Alyssum serpyllifolium* subsp. *lusitanicum*. Soil samples and *A. serpyllifolium* specimens were collected in four locations of the Morais massif. After determination of Ni concentrations in the samples, the results show that soil Ni concentrations in sites 1 and 2 are significantly higher ($p < 0.05$), with 1918 and 2092 mg kg⁻¹, respectively. Nickel accumulation is significantly greater in the aerial parts of plants collected at sites 1, 2 and 4, presenting Ni harvestable amount means of 88.36, 93.80 and 95.56 mg per plant, respectively. These results suggest that the sites with highest potential for phytomining are sites 1, 2 and 4, and that in the latter Ni bioavailability is greater. A nickel phytomining system in Morais could represent an additional source of income to local farmers, since ultramafic soils have low productivity for agriculture and crop production.

Keywords: phytomining, nickel, *Alyssum serpyllifolium*, Morais, serpentine soils

Geoquímica e Reabilitação Ambiental

Geoquímica y Rehabilitación Ambiental

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Modelizaciones geoquímicas de la influencia del ZnO en la activación de residuos de carbón con base de caolinita

Geochemistry simulations of the influence of ZnO on the activation of kaolinite-based coal waste

De Soto, I.S.¹, Sánchez, I.², Casas, M.³, Vigil de la Villa, R.³, García-Giménez, R.^{3*}

¹ Departamento de Ciencias. E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia s/n. 31006. Pamplona (Navarra), España

² Facultad de Ciencias. Departamento de Ciencias Analíticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Paseo Senda del Rey, 9, 28040 Madrid, España

³ Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. C/Francisco Tomás y Valiente, 7, 28049 Madrid, España

* rosario.garcia@uam.es

Resumen: Se está fomentando la utilización de materias primas procedentes de la valorización de residuos y subproductos industriales en el sector de la construcción. El presente trabajo evalúa la influencia de un activador químico (ZnO) en el proceso de mejora de la reactividad de un estéril de carbón activado térmicamente. Al esteril de carbón (residuo minero), constituido por caolinita, mica (tipo moscovita), calcita y cuarzo, se adiciona 1.00% de ZnO y se activa mediante calcinación a 600°C/2 horas. El residuo de carbón activado se somete a reacción puzolánica en un sistema residuo de carbón activado/Ca(OH)₂ a diferentes tiempos de reacción. La eficacia del activador químico se compara con los resultados obtenidos en el mismo proceso sin la adición de ZnO mediante DRX, SEM/EDX y se estudia la evolución de las fases minerales mediante simulaciones. C-S-H gel junto a láminas de monosulfoaluminato hidratado, stratlingita, aluminato tetracálcico hidratado y compuestos tipo LDH (filosilicato/carbonato) son los productos de la reacción puzolánica. El incremento del tiempo de reacción favorece la formación de stratlingita. La adición del ZnO como activador químico, inhibe la formación de geles C-S-H esponjosos y compuestos laminares, observándose la presencia de fibras largas aisladas o en grupo.

Palabras clave: LDH (filosilicato/carbonato), C-S-H gel, monosulfoaluminato hidratado, stratlingita, aluminato tetracálcico hidratado, simulaciones geoquímicas.

Abstract: It is promoting the use of raw materials from the recovery of industrial waste, in the construction sector. Therefore, this paper evaluates the influence of a chemical activator (ZnO) as a process of improving the reactivity of a sterile thermally activated coal. The composition of coal waste is kaolinite, mica (muscovite type), calcite and quartz. The addition of 1.00% ZnO at the system is studied by calcination at 600°/2 hours. The pozzolanic reaction is followed in an activated coal waste/Ca(OH)₂ system at different reaction times. The effectiveness of the chemical activator is compared with the results obtained in the same process without the addition of ZnO by XRD, SEM/EDX and the study of the evolution of the mineral phases with simulations. C-S-H gel intergrown with sheets of hydrated monosulfoaluminate, stratlingite, hydrated tetracalcium aluminate and LDH type compounds (phyllosilicate/carbonate) are the products of the pozzolanic reaction. The reaction time favors the formation of stratlingite. The addition of ZnO as a chemical activator inhibits the formation of C-S-H gels and laminar compounds, observing the presence of long fibers isolated or in groups.

Keywords: LDH (phyllosilicate/carbonate), C-S-H gel, hydrated monosulphoaluminate, stratlingite, hydrated tetracalcium aluminate, geochemical simulations

Avaliação do uso de compostos orgânicos na sorção de Cd: Influência das condições de compostagem

Assessment of the use of organic composts for the Cd sorption: Influence of composting conditions

Lima, J.Z.^{1, 2*}, Ferreira da Silva, E.A.², Patinha, C.², Rodrigues, V.G.S.¹

¹ Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – EESC/USP, 13566-590, São Carlos - SP, Brasil.

² Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal.

* jacqueline.zanin.lima@ua.pt

Resumo: A compostagem é uma alternativa viável para a gestão eficiente e integrada de resíduos sólidos municipais (RSM) produzidos diariamente em todo o mundo. Embora o conhecimento do efeito do composto no aumento da fertilidade de solos agrícolas já esteja consolidado, pouco se sabe sobre o comportamento desse na sorção de elementos potencialmente tóxicos. O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a capacidade de sorção de cádmio (Cd) por compostos tropicais (Brasil) derivados da fração orgânica de RSM, compostados pelo método windrow, com interferências externas de iluminação e precipitação (composto windrow externo - CWE) e sem estas interferências (composto windrow interno - CWI). A sorção de Cd para razões sólido/líquido 1/10; 1/25 e 1/50 foi superior a 68% para o CWI e a 95% para o CWE. A capacidade de remoção de Cd variou de 2,616 a 9,775 mg g⁻¹ para o CWI e de 2,990 a 13,801 mg g⁻¹ para o CWE. Os resultados indicaram que o uso destes compostos pode ser promissor na estabilização de Cd em solos contaminados. Como são materiais ecologicamente amigáveis e de baixo custo, os compostos podem ser uma alternativa viável, especialmente nos países em desenvolvimento.

Palavras-chave: contaminação, elementos potencialmente tóxicos (EPT), fração orgânica de resíduos sólidos municipais, ensaio de equilíbrio em lote.

Abstract: Composting is an alternative for efficient and integrated management of municipal solid waste (MSW) produced daily around the world. Although the effects of the use of composts on agricultural soils have already been consolidated, little is known about them in the sorption behavior of potentially toxic elements. The study objective was to assess and compare the Cd sorption capacity by tropical composts (Brazil) derived from the organic fraction of MSW, composted by the windrow method with external interferences of illumination and precipitation (external windrow compost - EWC) and without these interferences (internal windrow compost - IWC). The Cd sorption for liquid-to-solid ratios (1/10, 1/25 and 1/50), is higher than 68% for the IWC and 95% for the EWC. Cadmium removal capacity ranged from 2.616 to 9.775 mg g⁻¹ for the IWC and from 2.990 to 13.801 mg g⁻¹ for the EWC. Results showed that the use of these composts might be promising in the Cd stabilization of contaminated soil. Being environmentally friendly and cost-effective materials, they are a remediation alternative especially in developing countries.

Keywords: contamination, potentially toxic elements (PTE), organic fraction of municipal solid waste, batch equilibrium test.

Autómata celular para caracterizar la transferencia de contaminantes entre compartimentos ambientales

Cellular automaton to characterize the transfer of pollutants between environmental compartments

Barrio-Parra, F.^{1*}, Izquierdo-Díaz, M.¹, Fernández-Gutierrez del Álamo, L.¹, Medina, R.¹, Díaz-Curiel, J.¹, Biosca, B.¹, Arévalo-Lomas, L.¹, Mazadiego, L.¹, Ordoñez, A.², Álvarez, R.², De Miguel, E.¹

¹ Grupo de Investigación en Prospección y Medio Ambiente (PROMEDIAM). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de Ingenieros de Minas y Energía. c/ Alenza 4, 28003, Madrid (España).

² Universidad de Oviedo. Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales. c/Independencia, 13. 33004 Oviedo, Asturias

* fernando.barrio@upm.es

Resumen: Los pasivos mineros pueden incorporar al medio ambiente concentraciones de metales pesados que pueden suponer un riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Especialmente en escenarios de minería abandonada en zonas rurales, es fundamental comprender y predecir la transferencia de dichos metales, a través de la escorrentía superficial, desde sus zonas fuente hasta los puntos de exposición de potenciales receptores. En este trabajo, se presenta un autómata celular que permite predecir la trayectoria del suelo erosionado durante episodios de lluvia desde escombreras y bocaminas en una explotación abandonada de metales pesados. Los resultados de este modelo son validados a través de datos experimentales en diferentes matrices: suelo, agua superficial y sedimentos.

Palabras clave: Minería abandonada, Metales pesados, Modelización, Índices de Contaminación.

Abstract: Mine wastes may introduce in the environment concentrations of heavy metals that can pose a risk to human and ecosystems health. Especially in abandoned mining scenarios in rural areas, it is essential to understand and predict the transfer of these metals, through surface runoff, from their source areas to the points of exposure of potential receptors. In this work, a cellular automaton is presented that allows to predict the trajectory of the eroded soil during episodes of rain from waste piles and pitheads in an abandoned exploitation of heavy metals. The results of this model are validated through experimental data in different matrices: soil, surface water and sediments.

Keywords: Abandoned Mining, Heavy Metals, Modelling, Pollution Indexes.

Impacto ambiental de residuos con sulfuros rehabilitados con Tecnosol: ensayo de lixiviación simulada

Environmental impact of sulfide mine wastes rehabilitated with designed Technosol: assay of simulated leaching

Arán, D.^{1,2*}, Santos, E.S.³, Abreu, M.M.³, Antelo, J.², Macías, F.²

¹ Inproyen Consulting, C/Lugo 18, 15840 Santa Comba, A Coruña, España

² Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Universidad de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, España

³ Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Centre, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

*diegoaran@inproyen.com

Resumen: Este trabajo tuvo como objetivo evaluar, a largo plazo y mediante el análisis de la concentración multielemental en lixiviados, el riesgo ambiental de materiales de escombrera con sulfuros (Mina Fé, España) tras la aplicación superficial de un Tecnosol diseñado con propiedades ándicas y eutróficas. Tras 20 meses de su aplicación, muestras de Tecnosol, escombrera recuperada y sin recuperar fueron recogidas y usadas para obtener lixiviados simulados (extracción DIN). Los materiales se caracterizaron químicamente.

Los materiales de escombrera tuvieron elevado riesgo ambiental debido a sus características químicas ($3 < \text{pH} < 4$, contaminación multielemental) y capacidad de generación de lixiviados ricos en contaminantes. La aplicación del Tecnosol generó alteraciones significativas en los materiales de escombrera que promovieron la disminución de $\approx 25\%$ de los sulfatos y $> 50\%$ de varios elementos (ej. Al, Cr, Mn) en los lixiviados. Esto representa una reducción significativa de la dispersión de la contaminación y del riesgo ambiental. El diseño y aplicación del Tecnosol fue eficiente en la recuperación a largo plazo de este tipo de materiales y sus lixiviados.

Palabras clave: Lixiviados simulados, Extracción DIN, Elementos potencialmente peligrosos, Tecnología verde

Abstract: The aim of this work was to evaluate, at long term and through multielemental concentration of simulated leachates analysis, the potential environmental risk of the tailing materials containing sulfides (Mina Fé, Spain) after superficial application of a designed Technosol with andic and eutrophic properties. After 20 months of application, samples of Technosol, tailing materials and recovered tailing were collected and used to obtain simulated leachates (DIN extraction). All materials were characterized chemically.

The tailing materials had high environmental risk due to their chemical characteristics ($3 < \text{pH} < 4$, multielemental contamination) and capacity to generate leachates rich in contaminants. The Technosol application contributed to significant modifications in the tailing materials which promote the decreasing of $\approx 25\%$ of the sulfates and $> 50\%$ of several elements (e.g. Al, Cr, Mn) in the leachates. This fact represents a significant decrease of the contamination spreading and environmental risk. The application of the designed Technosol was efficient, at long term, in the rehabilitation of this type of tailings and their leachates.

Keywords: Simulated leachates, DIN extraction, Potentially hazardous elements, Green technology

Uso de Tecnossolos na conservação de populações de *Limonium daveau* em declínio

Technosols approach to restore declining populations of Limonium daveau *Erben due to anthropogenic environmental problems*

Cortinhas, A.^{1*}, Ferreira, T.C.¹, Monteiro, F.², Caperta, A.¹, Abreu, M.M.¹

¹ Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, 1349-017 Lisboa, Portugal

² Forest Research Centre (CEF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, 1349-017 Lisboa, Portugal

* anacortinhas@isa.ulisboa.pt

Resumo: A espécie endémica portuguesa *Limonium daveau* Erben é uma halófita (tolerante a sal) que antigamente era encontrada em salinas e dunas na costa Oeste Portuguesa. Porém, estes habitats são frequentemente utilizados como depósito de resíduos de atividades humanas, levando à degradação do solo. Atualmente, *L. daveau* encontra-se severamente ameaçada. A técnicas de reabilitação com base em fitotecnologias são uma boa aposta para a recuperação de áreas degradadas. Este estudo centra-se no aproveitamento dessas áreas através da construção de Tecnossolos e rega com água salina para otimizar o cultivo de *L. daveau* e reintroduzi-lo na área do sapal de Vila Franca de Xira (estuário do rio Tejo). Os sedimentos e a água salobra foram colhidos na área de estudo e as suas propriedades químicas analisadas. Para produzir o Tecnossolo, foram usados estes sedimentos e uma mistura de resíduos orgânicos/inorgânicos. Foi analisado o crescimento da espécie em sedimento, substrato comercial e Tecnossolo irrigado com água salina. A reintrodução desta espécie nos sedimentos do estuário do Tejo é favorecida se for realizada em Tecnossolos.

Palavras-chave: Sedimentos, Tecnossolo, Rega Salina, Resíduos, Halófitas

Abstract: The Portuguese endemic species *Limonium daveau* Erben is a halophyte (salt tolerant) found in saltmarshes or in sandy soils in ancient times in the Portuguese west coast. However, these habitats are frequently used as deposit of the wastes of several human activities leading to soil degradation. Nowadays, *L. daveau* is severely threatened. Rehabilitation techniques based in phytotechnologies can contribute to the recovery of degraded areas. This study focuses on harnessing these degraded areas through Technosols construction and saline water irrigation to optimize the *L. daveau* cultivation, in order to conserve this species and to reintroduce it in the Vila Franca de Xira saltmarsh area (Tagus river estuary). The sediments and brackish water were collected in study area and their chemical proprieties analysed. To produce the Technosol, these sediments and a mixture of organic/inorganic wastes were used. The growth of this species in sediment, commercial substrate, and Technosol irrigated with saline water, was analyzed. The reintroduction of this species is favored if it is carried out in Technosols.

Keywords: Sediment, Technosols, Salty Irrigation, Wastes, Halophytes.

Caracterização da contaminação dos solos da envolvente da escombreira da antiga mina de carvão de São Pedro da Cova

Characterization of soil contamination surrounding the old São Pedro da Cova coal mine wastepile

Santos, P.^{1*}, Espinha Marques, J.^{1,2}, Ribeiro, J.^{2,3}, Rocha, J.¹, Flores, D.^{1,2}

¹ Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

² Instituto de Ciências da Terra – Pólo do Porto

³ Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra

* patricia.santos@fc.up.pt

Resumo: A mina de carvão de São Pedro da Cova laborou entre 1795 e 1972, tendo produzido como parte do seu passivo ambiental uma escombreira com cerca de 28 000 m², que tem sofrido fenómenos de autocombustão de modo continuado desde 2005. A autocombustão poderá contribuir para a disseminação de material particulado por acção do vento, que a somar à lixiviação dos materiais da escombreira por exposição aos fatores atmosféricos, poderá contribuir para o agravamento da contaminação na sua envolvente. Com vista à caracterização da contaminação dos solos nas imediações da escombreira, foram recolhidas 50 amostras de solo, ao longo de uma malha regular, tendo-se procedido a análises geoquímicas multielementares por ICP-MS e posterior comparação com os valores de referência para solos de uso agrícola sugeridos pela Agência Portuguesa do Ambiente. Verificou-se que os solos próximos da escombreira, em grande percentagem superam os valores limite previstos para alguns elementos, de destacar o Sb, Ba, U, As, V, Be, Cr, Mo, Pb e Se, quer a montante, quer a jusante da escombreira, indicando uma forte contaminação antropogénica, possivelmente potenciada pela disseminação de contaminantes a partir da escombreira de carvão adjacente, quer por lixiviação, quer por via aérea.

Palavras-chave: Solo, Contaminação, Escombreira, Carvão

Abstract: São Pedro da Cova Coal Mine was active between 1795 and 1972, having produced a wastepile with approximately 28 000 m², that has been suffering from continuous autocombustion phenomena since 2005. Autocombustion may lead to the dissemination of particulate material by wind action, that adding up to the leaching of the wastepile materials due to atmospheric influence, may contribute to the increasing contamination on its surroundings. In order to characterize the soil contamination near the wastepile, 50 soil samples were collected along a regular mesh. Multi-elemental geochemical analyzes were performed by ICP-MS and were subsequently compared with the reference values for agricultural soils use, as per suggested by Agência Portuguesa do Ambiente (the Portuguese Environmental Agency). This study shows that several elements, with particular emphasis Sb, Ba, U, As, V, Be, Cr, Mo, Pb and Se, from the soils collected around the wastepile exceeded the threshold values proposed, both upstream and downstream of the wastepile, indicating a strong anthropogenic contamination, possibly enhanced by leaching and aerial contaminants dispersion from the adjacent coal wastepile.

Keywords: Soil, Contamination, Waste Pile, Coal,

Deposição atmosférica de poeira e níveis de elementos traço numa cidade industrial com clima Mediterrânico

Atmospheric dust deposition and levels of trace elements in an industrial city with a Mediterranean climate

Oliveira, R.¹, Rangel, M.J.¹, Noack, Y.², Gomes, E.³, Costa, J.J.⁴, Cabral Pinto, M.^{1,5}, Rocha, F.^{1,5}, Santos, J.F.^{1,5}, Antunes, M.⁶, Marinho Reis, P.^{5,6*}

¹ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

² Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRA, Coll France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

³ Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra, Portugal

⁴ ADAI-LAETA, Department of Mechanical Engineering, University of Coimbra, Rua Luis Reis Santos, 3030-788 Coimbra, Portugal

⁵ GEOBIOTEC, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁶ Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

* pmarinho@dct.uminho.pt

Resumo: Este estudo foi realizado para examinar a influência de um complexo industrial, e o elevado volume de tráfego associado, na deposição de poeira atmosférica numa cidade com clima mediterrâneo. O dispositivo comumente utilizado para recolher a deposição atmosférica total consiste num sistema composto por um funil ligado a uma garrafa coletora. Dois sistemas foram colocados nas áreas exteriores de duas escolas (Escola Básica Visconde de Salreu e Escola Secundária de Estarreja) localizadas poucos quilómetros a sul do complexo industrial de Estarreja. A recolha de amostras foi realizada mensalmente de maio de 2018 a setembro de 2018. Nas amostras solúveis não tratadas foi determinada a condutividade elétrica bem como a concentração de alguns aniões por cromatografia iónica. O teor de elementos traço nas frações solúvel e insolúvel da deposição atmosférica de poeiras foi determinado por ICP-MS. Os resultados sugerem padrões de variação temporal semelhantes para o fluxo de deposição de cobre e zinco solúvel, e um padrão de variação distinto para fluxo de deposição do zinco insolúvel.

Palavras-chave: poeira atmosférica, deposição atmosférica, elementos potencialmente tóxicos, fracção solúvel, fracção insolúvel.

Abstract: This study was performed to examine the influence of an industrial complex, and the high traffic volume associated with it, on the atmospheric dust deposition in a Mediterranean setting. The most frequently used device for collecting total atmospheric wet and dry deposition consists of a funnel connected to a receiving bottle. Two deposition collectors were placed in exterior areas of two schools (Escola Básica Visconde de Salreu and Escola Secundária de Estarreja) located a few km south from the industrial complex of Estarreja. Sample collection was performed from May 2018 to September 2018 on a monthly basis. Soluble untreated samples were analysed for electrical conductivity and anions by ion chromatography. The pseudo-total trace elements content in soluble and insoluble fractions of atmospheric dust deposition were determined by inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS). The results obtained suggest similar temporal variation patterns for the deposition flux of soluble copper and zinc and a distinct variation pattern for the atmospheric deposition of insoluble zinc.

Keywords: airborne dust, atmospheric deposition, potentially toxic elements, soluble fraction, insoluble fraction

Análisis de la contaminación por metal(oid)es en los sedimentos del río Grande (embalse del Rumblar, Jaén)

Assesment of metal(loid) pollution in sediments of the Grande River (Rumblar reservoir, Jaen)

Mendoza, R.¹, Campos, M.J.¹, Hidalgo, M.C.^{1*}, De la Torre, M.J.¹, Martínez, J.², Rey, J.¹

¹ Departamento de Geología, Universidad de Jaén. Campus Científico-Tecnológico de Linares, Avenida de la Universidad s/n, 23700 Linares (España)

² Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera, Universidad de Jaén. Campus Científico-Tecnológico de Linares, Avenida de la Universidad s/n, 23700 Linares (España)

* chidalgo@ujaen.es

Resumen: El distrito metalogénico de La Carolina (Jaén) se caracteriza por la presencia de mineralizaciones filonianas de galena, acompañada de esfalerita, calcopirita y barita. Los drenajes mineros, las escombreras y las presas de lodos asociadas a las minas abandonadas son fuentes potenciales de contaminación por metal(oid)es. Esta zona minera se localiza en la cabecera del embalse del Rumblar, en las subcuencas de los ríos Grande y Renegadero. Se han seleccionado 32 puntos de muestreo distribuidos a lo largo de estos cauces para analizar elementos traza en sedimentos del lecho vivo y de la llanura de inundación. Los contenidos más elevados en estos sedimentos de cauce corresponden a Fe (31,855-60,090 mg kg⁻¹), Ba (375-12,480 mg kg⁻¹), Pb (250-11,195 mg kg⁻¹) y Zn (115-2,440 mg kg⁻¹). También aparecen altas concentraciones en As (hasta 440 mg kg⁻¹), que se asocian a los drenajes mineros que vierten en la cuenca alta. Según la normativa vigente en Andalucía, la mayoría de los sedimentos presentan contenidos en As, V y Pb que superan los niveles de referencia para suelos no contaminados.

Palabras clave: metal(oid)es, sedimentos, minería de sulfuros, embalse del Rumblar.

Abstract: The metallogenic district of La Carolina (Jaen) consists of vein deposits of galena, accompanied by sphalerite, chalcopyrite and barite. Mine drainages, spoil heaps and tailings impoundments, associated to the abandoned mines, constitute potential sources of pollution by metal(loid)s. This mining area is located in the watershed of the Rumblar reservoir, in the sub-basins of the Grande and Renegadero Rivers. Channel and flood plain sediments collected in 32 sites along both rivers were analyzed for trace elements. Results indicated that Fe (31,855-60,090 mg kg⁻¹), Ba (375-12,480 mg kg⁻¹), Pb (250-11,195 mg kg⁻¹), and Zn (115-2,440 mg kg⁻¹) are dominant within the stream sediments. High concentrations of As (up to 440 mg kg⁻¹) were also identified, which were associated with mine adits discharging in the catchment area. According to the guidelines established by the Andalusian government, most of the samples present As, V, and Pb contents higher than the reference levels for non-polluted soils.

Keywords: metal(loid)s, stream sediments, sulphide mining, Rumblar reservoir.

Evaluación del grado de afección de las cuencas vertientes receptoras de AMD en la Faja Pirítica Ibérica Española

Evaluation of the degree of affection in watercourses affected by Acid Mine Drainage in the Spanish Iberian Pyrite Belt

Santisteban, M. ^{1,2*}, Grande, J.A. ^{1,2}, Fortes, J.C. ^{1,2}, Dávila, J.M. ^{1,2}, Sarmiento, A.M. ^{1,2}, Córdoba, F. ³, Luís, A.T. ^{2,4}

¹Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

²Department of Water, Mining and Environment, Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain

³Dpto. Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. 21071 Huelva (España)

⁴GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* maria.santisteban@dimme.uhu.es

Abstract: The Iberian Pyrite Belt (IPB), in the southwest of Europe, is characterized by high levels of contamination by acid mine drainage (AMD) in a large extent of its river network. In this scenario, it is necessary to characterize the degree of pollution of the mining leachates in the AMD-generating sources as well as of the main receiving watercourses. A map of impact of each basin was developed, based on the model proposed by Grande (2011) and the European Directive 98/83/EC that defines the quality standards for drinking water. The results indicate that practically all the mining leachates exceeded the maximum concentrations established by Directive 98/83/CE of Fe and Cd, almost 90% exceeded the limit of Mn and 82% of Al. Likewise, Fe, Cd and Mn caused 'extremely high' degradation in most sampled leachates. Similarly, these metals, in addition to Pb, produce more pollution in watercourses located downstream of exploitations.

Keywords: Acid Mine Drainage, Iberian Pyrite Belt; waste dumps; map of impact; metals.

Resumen: La Faja Pirita Ibérica (IPB), en el suroeste de Europa, se caracteriza por altos niveles de contaminación por Drenaje Ácido de Mina (AMD) en gran parte de su red fluvial. En este escenario, es necesario caracterizar el grado de contaminación de los lixiviados mineros en las fuentes generadoras de AMD, así como de los principales cursos de agua receptores. Se desarrolló un mapa de impacto de cada cuenca hidrográfica de la FPI española, basado en el modelo propuesto por Grande (2011) y la Directiva Europea 98/83 / EC que define los estándares de calidad para el agua potable.

Los resultados indican que prácticamente todos los lixiviados mineros superaron las concentraciones máximas establecidas por la Directiva 98/83 / CE para el Fe y Cd, casi el 90% excedió el límite impuesto para el Mn y el 82% el límite del Al. Del mismo modo, el Fe, Cd y Mn causaron una degradación "extremadamente alta" en la mayoría de los lixiviados muestreados. De manera similar, estos metales, además de Pb, producen más contaminación en los cursos de agua ubicados aguas abajo de las explotaciones.

Palabras clave: Drenaje de ácido de mina; Faja Pirítica Ibérica; escombreras; mapa de impacto; metales.

Evaluación del grado de afección por drenajes ácidos de mina (AMD) en materiales mecánicos de las instalaciones mineras de la Faja Pirítica Ibérica (FPI).

Affection degree assessment by acid mine drainage in mechanical materials of mining installation from the Iberian Pyrite Belt.

Sarmiento, A.M.^{1,2}, Fortes, J.C.^{1,2} *, Davila, J.M.^{1,2}, Grande, J.A.^{1,2}, Córdoba, F.³, Santisteban, M.^{1,2}, Luís, A.T.^{2,4}

¹Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, Spain.

²Department of Water, Mining and Environment, Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain

³Dpto. Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. 21071 Huelva (España)

⁴GeoBioTec Research Unit – Department of Geosciences, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

* jcfortes@uhu.es

Resumen: Los aceros son utilizados en los materiales mecánicos de todo el mundo, no obstante sufren deterioro debido fundamentalmente a procesos de oxidación. En ambientes ácidos y con gran actividad bacteriana, como es el caso de los ambientes contaminados por drenajes ácidos de mina, estos procesos se ven fuertemente acelerados, provocando altos costes a las empresas mineras y a la seguridad del empleado. En este trabajo se han tomado muestras de dos aceros de una misma instalación minera activa, uno en contacto directo con lodos piríticos y otro sin contacto directo. Los resultados obtenidos muestran una alteración visualmente sin diferencias, no obstante, en el primer caso, se observa un compuesto oxidado de Fe complejo, con presencia de azufre y metales tales como Cu, Zn, Al, Pb, etc., mientras que en la muestra de acero sin exposición directa a los lodos, los óxidos observados son de estequiometría simple. Esto nos hace pensar en la posibilidad de dos procesos diferentes en la oxidación del acero, uno puramente química y la otra con una posible actividad bacteriana, produciendo óxidos de estequiometría compleja como los observados en ambientes AMD

Palabras clave: corrosión metálica, drenaje ácido de minas, actividad bacteriana

Abstract: Steels are used in mechanical materials all over the world, however they deteriorate mainly due to oxidation processes. In acidic environments with high bacterial activity, such as those contaminated by acid mine drains, these processes are strongly accelerated, causing high costs to mining companies and employee safety. In this work, samples have been taken from two steels from the same active mining installation, one in direct contact with pyritic sludge and the other without direct contact. The results obtained show an alteration visually without differences, however, in the first case, an oxidized compound of complex Fe is observed, with presence of sulphur and metals such as Cu, Zn, Al, Pb, etc., whereas in the steel sample without direct exposure to the sludge, the oxides observed are of simple stoichiometry. This makes us think of the possibility of two different processes in the oxidation of steel, one purely chemical and the other with a possible bacterial activity, producing oxides of complex stoichiometry such as those observed in AMD environments.

Keywords: metal corrosion, acid mine drainage, bacterial activity.

Un estuario altamente contaminado por drenaje ácido de mina. Reserva Nacional Marismas del Odiel (SW Spain)

A highly polluted stuary by acid mine drainage. Marismas del Odiel National Reserve (SW Spain)

Davila, J.M.^{1,2}, Sarmiento, A.M.^{1,2}, Santisteban, M.^{1,2}, Luís, A.T.³, Fortes, J.C.^{1,2*}, Córdoba, F., Valbuena, C.⁴, Grande, J.A.^{1,2}

¹ Department of Water, Mining and Environment. Scientific and Technological Center of Huelva, University of Huelva, 21004 Huelva, Spain.

² Sustainable Mining Engineering Research Group. Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva, 21007 Huelva, Spain

³ GeoBioTecResearch Unit-Department of Geosciences, University of Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

⁴ Department of Mining, Mechanic, Energetic and Construction Engineering. Higher Technical School of Engineering, University of Huelva, 21007 Huelva, Spain

*email: jcfortes@uhu.es

Resumen: Durante la segunda mitad el siglo 19 y hasta su abandono en 1982 se explotaron diversas instalaciones mineras, produciendo la afección por DAM (drenaje ácido de mina) en el río Odiel. El mineral procedente de estas instalaciones era transportado por ferrocarril hasta el muelle del Odiel situado en la localidad de Corrales, depositando multitud de residuos mineros procedentes de la actividad mineralúrgica a orillas del estuario situado en el Paraje Natural Marismas del Odiel. En este trabajo se ha analizado el problema que suponen esos residuos, determinando las concentraciones de los principales metales, encontrándose valores de pH mínimos de 1.66, por lo que se puede considerar el problema semejante a las de cualquier escombrera de las localizadas a lo largo del Río Odiel. Este valor tan bajo de pH, junto a las altas concentraciones de As y Fe (incluso superiores a las de otras explotaciones mineras de la misma cuenca fluvial) permiten afirmar que el Paraje Natural presenta una situación altamente contaminada.

Palabras clave: drenaje ácido de mina, estuario, contaminación metálica, Río Odiel

Abstract: During the second half of the 19th century and until its abandonment in 1982, several mining facilities were exploited, producing the affection for AMD (acid mine drainage) in the Odiel river. The minerals from these facilities was transported by rail to the Odiel wharf located in the town of Corrales, depositing a multitude of mining waste from the mineral activity at the side of the estuary located in the Marismas del Odiel Natural Site. In this work the problem of these residues has been analyzed, determining the concentrations of the main metals, finding a minimum pH value of 1.66, so that the problem can be considered similar to those of any waste dump located along the Odiel River. This low pH value, together with the high concentrations of As and Fe (even higher than those of other mining facilities in the same river basin) make it possible to affirm that the Natural Site presents a highly contaminated situation.

Keywords: acid mine drainage, estuary, metal pollution, Odiel River

Riscos ambientais decorrentes da presença de elementos metálicos em área de exploração de petróleo na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil

Environmental risks arising from the presence of metal elements in a petroleum exploration area in Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil

Santos, M.V.S.^{1,2*}, Silva Júnior, J.B.¹, Souza, K.H.S.², Queiroz, A.F.S.¹, Oliveira, O.M.C.¹, Oliveira, P.T.M.³, Melo, V.M.M.⁴

¹ Universidade Federal da Bahia, Av. Adhemar de Barros, s/n, Campus de Ondina, Salvador-BA, Brasil.

² Instituto Federal da Bahia, Travessa São José, s/n, Campus Santo Amaro, Santo Amaro-BA, Brasil.

³ Universidade Federal do Piauí, Rua Cícero Duarte, 905, Picos-PI, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Ceará, Avenida da Universidade, 2852, Fortaleza-CE, Brasil.

* marcus_vinicius@ifba.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo determinar as concentrações de elementos químicos (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, V e Zn) em sedimentos superficiais e os riscos, prováveis à biota em dois sítios próximos a refinaria Landulpho Alves (RLAM) na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Os sedimentos foram coletados em novembro de 2018, sendo liofilizados e submetidos a extração parcial ácida para determinação dos metais por meio de ICP-OES. Utilizou-se valores guia internacionais para determinação da qualidade dos sedimentos. O Ba foi o único metal cuja maior concentração foi encontrada em próximo a RLAM, já o Cd esteve abaixo do limite de detecção em todos os pontos. Os elementos químicos As, Cr, Pb e Zn foram detectados, mas em concentrações que provavelmente não oferecem riscos à biota. Os metais Cr, Cu e Ni foram encontrados em concentrações que possivelmente oferecem riscos moderados e o Fe, apesar de não apresentar valor guia de referência esteve três vezes mais elevado que a média mundial para sedimentos costeiros.

Palavras-chave: Elementos Potencialmente Tóxicos, Baía de Todos os Santos, Petróleo, Manguezal.

Abstract: The present work aimed to determine the concentration of chemical elements (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, V and Zn) in surface sediments and possible risks to biota in two sites near the Landulpho Alves refinery (RLAM) in Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. The sediments were collected in November 2018, being lyophilized and subjected to partial acid extraction for metal determination by ICP-OES. International guide values were used to determine sediment quality. Ba was the only metal whose highest concentration was found near RLAM, while Cd was below the detection limit at all points. The chemical elements As, Cr, Pb and Zn were detected, but at concentrations that are unlikely to pose a risk to biota. Cr, Cu and Ni metals were found at concentration that may pose a moderate risk and the Fe, despite not having a guide reference value, was three times higher than the world average for coastal sediments.

Keywords: Potentially Toxic Elements, Todos os Santos Bay, Petroleum, Mangrove.

Fronteiras da Geoquímica

Fronteras de la Geoquímica

Apresentações Orais | Presentaciones Orales

La Red Ibérica de Astrobiología: una plataforma científica, educativa y de divulgación para el desarrollo de la cosmogeoquímica en el ámbito Ibérico e Iberoamericano

Iberian Astrobiology Network: a scientific, educational and public outreach platform for the development of cosmogeochemistry in the Iberian and Iberoamerican framework

Martins, Z.¹, Martínez-Frías, J.^{2*}, Matias Lopes, J.A.^{3,4}

¹ Centro de Química-Física Molecular-Institute of Nanoscience and Nanotechnology (CQFM-IN), and Institute for Bioengineering and Biosciences (iBB), Instituto Superior Técnico, Avenida Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal.

² Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), c/ Doctor Severo Ochoa 7. Edificio Entrepabellones 7 y 8, planta 4ª. 28040 Madrid, España

³ LIBPhys, Departamento de Física, Rua Larga, Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra, Portugal ⁴ Coimbra Polytechnic - ISEC, Rua Pedro Nunes, 3030-199, Coimbra, Portugal

* j.m.frias@igeo.ucm-csic.es

Resumen: La Cosmogeoquímica ha demostrado ser una disciplina fundamental en el marco de la Astrobiología, en temas muy diversos (estudio de compuestos inorgánicos y orgánicos en meteoritos, desarrollo de instrumentación para misiones espaciales, la exploración y búsqueda de vida en Marte y en otros cuerpos planetarios, la caracterización de análogos terrestres, etc). En esta contribución, se propone el establecimiento de la Red Ibérica de Astrobiología. Esta Red favorecerá el desarrollo de la Cosmogeoquímica en sus aspectos educativos, científicos y de divulgación y comunicación en ambos países y fomentará el desarrollo de relaciones inter-institucionales, tanto a nivel ibérico como iberoamericano.

Palabras clave: Red, Astrobiología, Cosmogeoquímica, Iberia, Iberoamérica,

Abstract: Cosmogeochemistry has shown to be a crucial discipline in the framework of Astrobiology, in a great variety of subjects (study of inorganic and organic compounds in meteorites, development of instrumentation for space missions, exploration and search for life on Mars and other planetary bodies, characterization of terrestrial analogues, etc.). In this contribution, it is proposed to create the Iberian Astrobiology Network. The Network will favour the development of Cosmogeochemistry in both countries, in the context of science, education and public outreach activities, fostering inter-institutional partnership in the Iberian and Iberoamerican scenarios.

Keywords: Network, Astrobiology, Cosmogeochemistry, Iberia, Iberoamerica

Avaliação dos fatores de controle do potencial de produção de radão de rochas sedimentares do Jurássico Inferior e Médio da Bacia Lusitânica, Portugal

Evaluation of the control factors of the radon production potential of sedimentary rocks in the Lower and Middle Jurassic of the Lusitanian Basin, Portugal

Sêco, S.L.R.^{1*}, Domingos, F.², Pereira, A.J.S.C², Duarte, L.V.¹

¹ MARE – Marine and Environmental Sciences Centre, Department of Earth Sciences, University of Coimbra, Portugal

² CITEUC – Center for Earth and Space Research, Department of Earth Sciences, University of Coimbra, Portugal

* osergioseco@gmail.com

Resumo: As sucessões do Jurássico Inferior e Médio da Bacia Lusitânica compreendem várias unidades sedimentares com grande diversidade litológica e que varia desde sedimentos siliciclásticos de origem continental distal a carbonatos de origem marinha. O objetivo do presente estudo centra-se na identificação dos fatores determinantes para estimar a variabilidade de produção de gás radão nas rochas sedimentares do intervalo acima definido. Para o efeito, recolheram-se 190 amostras representativas em 16 perfis de referência da bacia para análise de ^{226}Ra e taxa de produção de radão (P_{Rn}).

A variabilidade do conjunto de dados obtido está ligada à litologia e que, por seu lado, é controlada pelos diferentes ambientes deposicionais. A produção de radão calculada varia entre 1,7 e 241,1 Bq.m⁻³.h⁻¹, os valores mais baixos foram medidos em amostras provenientes de ambientes marinhos proximais e os mais elevados nas de sedimentos associados a deposição continental. No primeiro caso será a fração detrítica a controlar a variabilidade no P_{Rn} enquanto que no caso das margas e *black shales* o incremento no potencial está ligado a uma maior contribuição de minerais argilosos e à presença de matéria orgânica.

Palavras-chave: Produção de radão, Atividade ^{226}Ra , Rochas sedimentares, Jurássico Inferior e Médio, Bacia Lusitânica

Abstract: Lower and Middle Jurassic successions of the Lusitanian Basin comprise several sedimentary units with large lithological diversity varying from siliciclastic sediments of continental origin distal to carbonates of marine origin. The goal of this study was to identify the factors constraining the variability of the production of radon gas in the range of sedimentary rocks defined above. For this purpose, 190 representative samples were collected in 16 reference sections of the basin and analysed for ^{226}Ra and the radon production rate (P_{Rn}).

The dataset variability is linked to lithology and, in turn, is controlled by the different depositional environments. The calculated radon production ranges from 1,7 to 241,1 Bq.m⁻³.h⁻¹, the lowest values were measured in samples from proximal marine environments and the higher in the sediment associated with continental deposition. In the first case will be the detrital fraction to control the variability in P_{Rn} , while in the case of marls and black shales the increase in potential is related to a higher contribution of clay minerals and the presence of organic matter.

Keywords: Radon production, ^{226}Ra activity, Sedimentary rocks, Lower-Middle Jurassic, Lusitanian Basin

Potencial de radão em setores da Zona de Ossa Morena

Radon potential in different sectors of the Ossa Morena Zone

Domingos, F.¹, Pereira, A.J.S.C.,^{1*}, Lopes, J.C.², Lopes, L.³

¹ CITEUC, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Rua Sálvio Lima, 3030-790 Coimbra

² Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Colégio Luís Verney, Rua Romão Ramalho, 59, 7002-554 Évora, Portugal (carrilho@uevora.pt)

³ Departamento de Geociências, Universidade de Évora, & Instituto de Ciências da Terra, Colégio Luís Verney, Rua Romão Ramalho, 59, 7002-554 Évora, Portugal (lopes@uevora.pt)

^{*} apereira@dct.uc.pt

Resumo: O radão é considerado a maior fonte de exposição a radiação ionizante dentro de habitações, motivo pelo qual é essencial conhecer a sua distribuição espacial. Este trabalho tem como objetivo o estudo do potencial de radão de rochas aflorantes na Zona de Ossa Morena (ZOM). Para tal, foram colhidas 132 amostras nos principais setores da ZOM. Os resultados obtidos demonstram a enorme variabilidade das propriedades radiológicas e físicas nas litologias analisadas. As atividades de ²²⁶Ra e de radão são, em média, inferiores nas rochas calco-silicatadas e rochas ígneas básicas e ultrabásicas e superiores nas rochas graníticas e sienitos. Os metassedimentos, rochas de alto grau metamórfico, granodioritos, dioritos e tonalitos apresentam atividades de ²²⁶Ra e de radão intermédias e similares entre si. A porosidade, que determina a capacidade de migração de radão no meio, é superior nos metassedimentos e inferior nas rochas ígneas, independentemente do seu caráter.

Palavras-chave: Zona de Ossa Morena; Potencial Radão; Coeficiente de emanação; Radionuclídeos;

Abstract: Radon is considered the largest source of exposure to ionizing radiation within dwellings, which is why it is essential to know its spatial distribution. This work aims to study the radon production potential of rocks outcropping in the Ossa Morena Zone (ZOM). To this end, 132 samples were collected in different ZOM sectors. The results obtained demonstrate the enormous variability of the radiological and physical properties in the analyzed lithologies. The activity of ²²⁶Ra and radon exhalation rate are, on average, lower in calcsilicate rocks, basic and ultrabasic rocks, and higher in granitic rocks and syenites. The metasediments, high-grade metamorphic rocks, granodiorites, diorites and tonalites present a similar ²²⁶Ra activity and exhalation rate. The porosity, which determines the ability of radon to migrate, is higher in the metasediments and lower in the igneous rocks, regardless of their character.

Keywords: Ossa Morena zone; Radon; Exhalation rate; Emanation coefficient; Radionuclides.

A carsificação como fator potenciador de risco de radão: o caso das grutas da Moeda (Fátima – Portugal central) e região envolvente

The karst as inductive factor of radon risk: the case of the Moeda caves (Fátima – central Portugal) and surrounding area

Jorge, M.P.^{1*}, Pereira, A.J.S.C.², Simões, N.²

^{1*}Grutas da Moeda e Fátima Lda. *michael.jorge@grutasmoeda.com

²CITEUC, Departamento de Ciências da Terra, Laboratório de Radioatividade Natural, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Resumo: No presente estudo mediram-se as concentrações de radão no interior de espaços confinados localizados no maciço calcário Estremenho, em especial nas Grutas da Moeda e região envolvente. A concentração de ^{222}Rn foi medida, em diferentes períodos, entre junho de 2018 e abril de 2019, com detetores passivos, no interior das grutas, nas estruturas de apoio às atividades situadas na sua superfície e ainda em habitações, distribuídas maioritariamente no maciço calcário Estremenho. No interior da gruta, os valores médios registados oscilam entre os 1550 Bq.m⁻³ (inverno) e os 2850 Bq.m⁻³ (verão), indicando, assim, ocorrência de significativa variação sazonal. Concentrações superiores a 300 Bq.m⁻³, foram medidas em algumas das estruturas de apoio às grutas mas também em habitações situadas no maciço calcário, mostrando que a carsificação é um fator que aumenta significativamente a permeabilidade da rocha calcária ao radão e, em consequência potencia o risco ambiental associado à inalação deste gás.

Palavras chave: Radão, Rochas carbonatadas, Grutas, Qualidade do ar, Carsificação.

Abstract: This study measured radon concentrations (^{222}Rn) in confined spaces located on the Estremenho limestone massif, particularly at the Grutas da Moeda (Moeda Caves) and its surrounding region. The concentration of ^{222}Rn was measured in different periods between June 2018 and April 2019, using passive detectors inside the caves, in support structures for tourist activities located on its surface, as well as in dwellings mostly located on the Estremenho limestone massif. On the inside of the cave, the mean values recorded vary between 1550 Bq.m⁻³ in the winter and 2850 Bq.m⁻³ in the summer, which suggests a significant seasonal variation. Concentrations higher than 300 Bq.m⁻³ were measured in some of the tourism support structures, but also in dwellings located on the limestone massif, showing that karst is a factor which significantly increases limestone permeability to radon and, consequently, the environmental risk associated with the inhalation of this gas.

Keywords: Radon, Limestones, Caves, Air quality, Karstification.

O uso da geoquímica na determinação da proveniência e processo de manufactura de vidro produzido pelo Homem

Determining the provenance and technology of man-made glass – a geochemical approach

Costa, M.^{1,2*}, Vandenabeele, P.^{2,3}, Mirão, J.^{1,4}

¹ HERCULES Laboratory, University of Évora, Palácio do Vimioso, Largo Marquês de Marialva 8, 7000-554 Évora, Portugal.

² Archaeometry Research Group, Department of Archaeology, Ghent University, Sint-Pietersnieuwstraat 35, B-9000 Ghent, Belgium.

³ Raman Spectroscopy Research Group, Department of Chemistry, Ghent University, S-12, Krijgslaan 281, B-9000 Ghent, Belgium.

⁴ Department of Geosciences, School of Science and Technology, University of Évora, Colégio Luís António Verney, R. Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal.

* mcosta@uevora.pt

Resumo: As Ciências da Terra têm-se tornado cada vez mais importantes para conhecimento das sociedades antigas. Os conceitos de geoquímica são usados para determinar a natureza e proveniência das matérias-primas utilizadas na produção de objectos arqueológicos, para compreender a sua técnica de manufactura e para atribuir a sua produção a um artista, a uma oficina ou a uma região geográfica. A importância da utilização de uma abordagem geoquímica para determinar a proveniência e tecnologia de fabrico de vidro produzido pelo Homem será evidenciada em três estudos de caso: 1) as contas de vidro Europeias (séculos XVII-XX) encontradas nos túmulos de Kulumbimbi (Mbanza Kongo, Angola); 2) as contas de vidro Fenício-Púnicas encontradas na necrópole de Vinha das Calças (Beja, Portugal); 3) os escaravelhos da necrópole de Vinha das Calças.

Palavras-chave: Geoquímica, vidro, Mbanza Kongo, escaravelhos, Fenício-Púnico.

Abstract: Earth Sciences have become increasingly important to understand past societies. Geochemical concepts are used to determine the nature and provenance of the raw materials used in the manufacture of archaeological objects, to comprehend their manufacturing technique and to attribute their production to a specific artist, workshop or region.

The importance of the use of a geochemical approach to determine the provenance and manufacture technology of man-made glass will be evidenced in three case studies: 1) the European glass beads (17th-20th century) recovered from the tombs of Kulumbimbi (Mbanza Kongo, Angola); 2) the Phoenician–Punic glass beads found in the necropolis of Vinha das Calças (Beja, Portugal); 3) the scarabs of the necropolis of Vinha das Calças.

Keywords: Geochemistry, glass, Mbanza Kongo, scarabs, Phoenician-Punic.

Mármore da Zona de Ossa-Morena utilizados na Antiguidade Clássica: síntese e discussão dos dados isotópicos publicados

The Ossa-Morena Marbles used in Classic Antiquity: synthesis and discussion of published isotopic data

Moreira, N.^{1,2,*}, Pedro, J.¹, Lopes, L.¹, Carneiro, A.³, Mourinha, N.², Araújo, A.¹, Santos, J.F.⁴, Dias, R.¹

¹ Instituto de Ciências da Terra, Pólo de Évora (ICT); Departamento do Geociências da Universidade de Évora, Colégio Luís António Verney, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora.

² CIDADE - Cidadãos pela Defesa do Património de Estremoz; Rua Bento de Jesus Caraça 2, 7100-104 Estremoz.

³ Centro de História da Arte e Investigação Artística (CHAIA); Departamento de História da Universidade de Évora, Palácio do Vimioso, Largo Marquês de Marialva 8, 7000-809 Évora

⁴ GeoBioTec, Departamento de Geociências e Laboratório de Geologia Isotópica, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal;

* nmoreira@estremoz.cienciaviva.pt

Resumo: A utilização de mármore na Antiguidade Clássica, nomeadamente durante a Época Romana, é uma prática comum e ampliada durante o século I. Durante este período histórico, a *Hispania* (Península Ibérica) não foi exceção e várias foram os locais onde estas rochas foram exploradas com fins ornamentais ou arquitetónicos, nomeadamente no Anticlinal de Estremoz, na região de Viana do Alentejo, em Trigaches-São Brissos, em Alconera e em Almadén de la Plata. Em todos estes locais foram encontradas evidências de exploração remota, atribuídas à Época Romana. No presente trabalho caracterizam-se petrograficamente todos estes mármore e os dados isotópicos publicados, nomeadamente o par $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ e a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, interpretando e discutindo os dados existentes no contexto dos processos geológicos atuantes e da sua aplicação ao estudo das proveniências de materiais em época romana. Os dados mostram que a aplicação destes estudos isotópicos e o cruzamento com os dados petrográficos permitem distinguir entre si os diversos mármore da Zona de Ossa-Morena, o que permite a atribuição de proveniências prováveis para os mármore desta zona paleogeográfica.

Palavras-chave: Mármore, Zona de Ossa-Morena, Antiguidade Clássica, Geologia Isotópica, Petrografia

Abstract: The use of marbles during the Classical Antiquity, namely during the Roman Era, was a common practice, being extended during the first century. During this historical era, *Hispania* (Iberian Peninsula) was not an exception and they are several places where marbles were exploited with ornamental or architectonic goal. In places like the Estremoz Anticline, Viana do Alentejo region, Trigaches-São Brissos, Alconera and Almadén de la Plata, evidence of ancient exploitation, attributed to the Roman Era, was recognized. In the present work, these marbles are petrographically characterized and the published isotope data, namely the $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ couple and the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio, are analyzed and discussed in the context of the geological processes and their application to the provenance studies of materials during Roman Era. The data show that the application of both isotopic and petrographic studies allow distinguish the several marbles of the Ossa-Morena Zone from each other, allowing to ascribe a probable provenance for the classical marbles of this paleogeographic zone.

Keywords: Marbles, Ossa-Morena Zone, Classical Antiquity, Isotope Geology, Petrography

Fronteiras da Geoquímica

Fronteras de la Geoquímica

Apresentações Poster | Presentaciones Póster

Indicadores geoquímicos dos campaniforme dos sítios arqueológicos Cardim 6 e Porto Torrão, Ferreira do Alentejo, Portugal

Geochemical fingerprinting of bell beakers from Cardim 6 and Porto Torrão archaeological sites, Ferreira do Alentejo, Portugal

Rodrigues, A.L.^{1*}, Marques, R.^{1,2}, Dias, M.I.^{1,2}, Prudêncio, M.I.^{1,2}, Valera, A.C.^{3,4}, Gméling, K.⁵

¹ Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, E.N. 10 (km 139,7) 2695-066 Bobadela, Portugal

² Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (DECN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, E.N. 10 (km 139,7) 2695-066 Bobadela, Portugal

³ ERA Arqueologia S.A., Calçada de Santa Catarina, 9C, 1495-705 Cruz Quebrada – Dafundo, Portugal

⁴ Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behavior (ICArHEB), Universidade do Algarve, Campo de Gambelas, Faro, Portugal

⁵ Nuclear Analysis and Radiography Department, MTA Centre for Energy Research, H 1525 Budapest P. O. Box 49., Hungary

* alsr@ctn.tecnico.ulisboa.pt

Resumo: Este trabalho pretende contribuir para a discussão do fenómeno campaniforme, i.e., questões de proveniência, recorrendo ao estabelecimento de indicadores geoquímicos em campaniformes do sul da Península Ibérica. Os dados químicos existentes para os campaniformes do Porto Torrão serão complementados com novos dados obtidos para campaniformes do sítio do Cardim 6 que se encontra na sua periferia. Adicionalmente, prevê-se uma melhor compreensão da relação entre os dois sítios, permitindo revelar a similaridade ou dissimilaridade das produções campaniformes. A composição química das cerâmicas e argilas foi obtida recorrendo à análise por ativação neutrónica. Os teores em Fe, Sc, Cr, Co, Ba e elementos terras raras (ETR) foram considerados os indicadores geoquímicos adequados para caracterizar as produções de campaniformes de ambos os sítios arqueológicos, permitindo confirmar a produção local das cerâmicas. A maioria dos campaniformes estudados foi produzida com argilas derivadas da alteração de gabros e dioritos, e apenas uma parte delas com argilas terciárias. Os diferentes teores em ETR e as diferenças nas anomalias de Eu permitiram distinguir estas matérias-primas e dois grupos composicionais de campaniformes. As produções de campaniformes definidas corroboram a noção de circulação da “ideia” e confirmam a existência de uma relação entre os dois sítios, reforçando a interpretação de Cardim 6 como fazendo parte dos núcleos de estruturas funerárias que circundam o complexo funerário de Porto Torrão.

Palavras-chave: campaniformes, indicadores geoquímicos, Porto Torrão, Cardim 6, argilas

Abstract: This work intends to contribute for the bell beakers phenomena discussion, i.e. provenance issues, by using geochemical fingerprints of bell beakers from southern Iberia. The existing chemical data from Porto Torrão bell beakers will be complemented with new data from the neighbour Cardim 6 site. Also, a better understanding of the connection between both sites is foreseen, in a view to reveal similar or dissimilar bell beakers productions. The chemical composition of ceramics and clays was obtained by using neutron activation analyses. Chemical contents of Fe, Sc, Cr, Co, Ba and rare earth elements (REE) are considered the adequate geochemical fingerprints to establish the bell beakers productions from both sites and enabled to confirm that they were produced locally. Most of the bell beakers from both sites were produced with local clays derived by weathering from gabbros and diorites, and some of them with local tertiary clays. The different amounts of REE and the different Eu anomalies clearly distinguish these clay raw materials and two compositional groups of bell beakers. The bell beakers productions defined supports the notion of the circulation of the “idea”, and confirm the existence of relationships between both sites, reinforcing Cardim 6 as part of the clusters of funerary structures that surround the funerary complex of Porto Torrão.

Keywords: bell beakers, geochemical fingerprints, Porto Torrão, Cardim 6, clay raw materials

Avaliação de riscos para a saúde humana pela exposição a solos e produtos hortícolas numa área industrial no NW de Portugal

Assessment of human health risk from exposure to soils and agricultural products in an industrial area in NW of Portugal

Inácio, M.^{1*}; Neves, O.²; Cabral Pinto, M.¹; Almeida, A.³; Pinto, E.³; Ferreira da Silva, E.A.¹; Pereira, V.¹

¹ Geobiotec, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal;

² Cerena, DECivil, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal;

³ LAQV/REQUIMTE, Departamento de Química, Laboratório de Química Aplicada, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Portugal;

* autor correspondente: minacio@ua.pt

Resumo: Este trabalho integra dados químicos de elementos potencialmente perigosos (EPPs) tais como As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn nos meios ambientais estudados (solo e produtos hortícolas) e no cabelo humano (de crianças entre os 4 e 8 anos e adultos >55 anos). Este trabalho tem por objetivo avaliar eventuais riscos para a saúde humana por diferentes vias de exposição e averiguar uma eventual relação entre dados ambientais e os dados de biomonitorização. A análise dos solos recolhidos em hortas particulares na envolvente do Complexo Químico de Estarreja (CQE) e a estimativa dos riscos cancerígenos e não cancerígenos (outras doenças tais como cardiovasculares, diabetes, etc.) evidenciaram a possibilidade de risco para saúde para a população local, devido à exposição a As e Hg. Não foi detetado risco para a saúde humana pelo consumo de tomate e batata. Contudo, a exposição ao As através do consumo de couve, ainda que poucos locais de amostragem, indicou a possibilidade de risco para os dois grupos etários. Os níveis mais elevados de As e Hg nos cabelos de crianças e adultos poderão evidenciar a ocorrência de exposição ambiental a estes elementos.

Palavras-chave: EPPs, solo, produtos agrícolas, biomonitorização com cabelos, riscos para a saúde.

Abstract: This work integrate Potentially Hazardous Elements (PHEs) data (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb and Zn) from different environmental compartments (soil, agricultural products) and human hair (children 4-8 years old; elderly adults >55 years old). This study aims to evaluate the risks to human health from different exposures pathways, and to check for eventual relationship between environmental data and biomonitoring data. The analysis of the soils collected in private gardens in the surroundings of Estarreja Chemical Complex (CQE) and the estimation of carcinogenic and non-carcinogenic risks (such as cardiovascular diseases, diabetes, etc.) showed possibility for health risks for the local population, due to exposure to As and Hg. Exposure through consumption of tomatoes and potatoes does not present a health hazard, however, exposure to As through consumption of cabbages, although few sampling points, indicated the possibility of risk for both age groups. The high As and Hg concentrations in both children and adults hair may indicate environmental exposure to these elements.

Keywords: PHEs, soil, crop, hair biomonitoring, health risk.

Aplicación de la metodología *Design Thinking* en asignaturas de geoquímica

Application of the Design Thinking methodology to geochemistry subjects

Sánchez-Palencia, Y.^{1*}, Llamas, J.F.¹, Llamas Borrajo, J.², Ortiz, J.E.², Torres, T.², Callaba, A.¹

¹ Departamento Energía y Combustibles, E.T.S.I. Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid 28003, España.

² Departamento Ingeniería Geológica y Minera, E.T.S.I. Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid 28003, España.

* Yolanda.sanchezpalencia@upm.es

Resumen: Preferentemente en estudios de máster, debe considerarse la aplicación de nuevas herramientas de aprendizaje enfocadas en la realización de proyectos y resolución de problemas de ingeniería, donde los estudiantes desarrollen su creatividad y trabajo en equipo a la vez que se fomenta el aprendizaje. Por ello se ha desarrollado la aplicación de la metodología *Design Thinking* en la asignatura de Prospección Geoquímica del Máster Universitario en Ingeniería Geológica. Se propuso a los estudiantes desarrollar un proyecto geoquímico/ambiental partiendo de un área de estudio determinada, teniendo que realizar desde el diseño de la campaña de muestreo o técnicas de análisis a utilizar, hasta la recogida de muestras en campo y análisis estadístico final. Los resultados han sido muy satisfactorios tanto en el trabajo en equipo como en el nivel de aprendizaje: los alumnos han llevado a cabo un proyecto real manejando un presupuesto, lo que les ha hecho conscientes de la dificultad de tener que combinar las distintas técnicas para obtener el resultado más óptimo.

Palabras clave: Design Thinking, creatividad, trabajo en equipo, proyecto geoquímico, máster

Abstract: Preferably in master studies, the application of new learning tools focused on the realization of projects and solving engineering problems should be considered, where students develop their creativity and teamwork while encouraging learning. For this reason, the application of the Design Thinking methodology has been developed in the subject of Geochemical Prospecting of the Master's Degree in Geological Engineering. It was proposed to the students to develop a geochemical / environmental project starting from a specific study area, having to carry out from the design of the sampling campaign or analysis techniques to be used, to the collection of samples in the field and final statistical analysis. The results have been very satisfactory both in the teamwork and in the level of learning: the students have carried out a real project managing a budget, which has made them aware of the difficulty of having to combine the different techniques to obtain the most optimal result.

Keywords: Design Thinking, creativity, teamwork, geochemical project, Master's degree

Índice de Autores

Índice de Autores

Índice de Autores

Abrantes, F.	16	Carneiro, A.	122
Abreu Marques, R.	40	Carneiro, J.	53
Abreu, M.M.	103, 108, 109	Carnero, F.	49
<u>Adánez Sanjuán, P.</u>	8	Carvalho, C.	40, 67
Afonso, P.	20	Carvalho, D.R.	18, 21, 37
Albardeiro, L.	22, 65	Carvalho, M.R.	88
Albuquerque, T.	15, 90	Carvalho, P.C.S.	17, 71
Almeida, A.	124	Casas, M.	105
Almeida, C.	77	Casas-Ruiz, M.	100
Almeida, S.F.P.	101	Cavalcanti, D.E.	42
Álvarez, R.	107	Cave, M.	89
<u>Alves, A.R.A.</u>	104	Cerqueira, Â.	7
<u>Andrade, C.</u>	74, 78	Chacón-Baca, E.	96
<u>Anes Garcia, N.</u>	83	Chichorro, M.	21, 37
Antelo, J.	108	Cienfuegos, P.	86
António, A.	17	<u>Coello, X.</u>	95
<u>Antunes, M.</u>	33, 80, 111	Colina, A.	85
Arán, D.	108	<u>Córdoba, F.</u> . 82, 93, 96, 98, 99, 101, 113, 114, 115	
Araújo, A.	10, 11, 15, 38, 122	Corfu, F.	32
Araújo, J.	10, 11, 15	<u>Cortinhas, A.</u>	109
Araújo, R.	50	<u>Costa e Silva, S.</u>	69
Araújo, V.	65	Costa, C.	7, 89
Arévalo-Lomas, L.	107	Costa, J.J.	111
Arranz-González, J.C.	92	<u>Costa, M.</u>	121
Azevedo, M.R.	16, 25, 31, 32, 79	Costa, M.M.	32
Bacedoni, M.	82	<u>Cotrim, B.</u>	26
Baragaño, D.	85	Coutinho, R.	74, 78
Barbero, L.	100	Covelli, S.	86
Barrio-Parra, F.	107	Cruz, J.V.	74, 78
Barrulas, P.	53, 63	Cunha, P.P.	47
<u>Batista, A.</u>	70	<u>Curcio, A.C.</u>	100
Batista, M.J.	20, 65	Curiel, J.	97
Bel-Lán, A.	64, 90	Davila, J.M.	101, 114, 115
Benavente, D.	14	Dávila, J.M.	93, 96, 97, 98, 99, 113
Benoit, M.	26	De la Torre, M.J.	112
Bento dos Santos, T.	18, 21, 24, 26, 27, 37	<u>De Miguel, E.</u>	107
Berrezueta, E.	53	<u>De Oliveira, D.</u>	62, 65
Biosca, B.	107	De Soto, I.S.	105
Blanco-Quintero, I.F.	14	<u>Dias, M.</u>	56
Blázquez, A.	9, 12	Dias, M.I.	123
Bobos, I.	36, 67	Dias, R.	19, 39, 122
<u>Boente, C.</u>	85, 90	Diáz-Curiel, J.	101, 107
Borrego, P.	82	Díaz-Somoano, M.	84
Brás, A.	80	Díez-Montes, A.	22
Bryka, K.	99	Domingos, F.	118, 119
Cabral Pinto, M.	111, 124	Duarte, B.	40
Cachapuz, P.	18, 21	Duarte, L.V.	44, 45, 48, 118
Callaba, A.	125	Duarte, P.	77
Campos, M.J.	112	Durães, N.	79, 94, 101
Caperta, A.	109	Eguilior, S.	52
Cardoso-Fernandes, J.	66	Esperancinha, S.	35
		Espinha Marques, J.	76, 110
		Faria, T.G.	41

Fatela, F.	13	Izquierdo-Díaz, M.	107
Fernandes, J.	77	Jesus, A.P.	26
Fernández-Gutierrez del Álamo, L.	107	Jiménez, J.	81
Ferreira da Silva, E.A.	7, 88, 97, 101, 104, 106, 124	Jiménez, S.	95
Ferreira Gomes, J.	1	Jordt-Evangelista, H.	41
Ferreira, J.A.	24, 27	Jorge, M.P.	120
Ferreira, L.	79	Laranjeira, V.	46
Ferreira, S.L.M.	40	Leal, S.	58, 60
Ferreira, T.C.	109	Leiva, M.	97, 99
Figueira, E.	101	Lézin, C.	48
Figueiras, J.	57, 73	Lima, A.	60, 66, 70
Filipe P.	58	<u>Lima, J.</u>	66
Flor-Blanco, G.	86	<u>Lima, J.Z.</u>	106
Flores, D.	43, 46, 47, 50, 76, 102, 110	<u>Lima, L.</u>	28
<u>Fonseca, B.</u>	94	Lima, M.N.	42
<u>Fonseca, C.</u>	48	Llamas Borrajo, J.	8, 52, 125
<u>Fonseca, R.</u>	10, 11, 15	Llamas, J.F.	91, 125
Fontolan, G.	86	Lobarinhas, D.	55
Forján, R.	85	Locutura, J.	64
<u>Fortes, J.C.</u>	93, 96, 97, 98, 99, 101, 113, 114, 115	Lopes, J.C.	119
<u>Francisco, P.</u>	54	Lopes, L.	119, 122
<u>Freitas, M.</u>	16	López, P.I.	49
Galacho, C.	53	López-Cilla, I.	9, 12
Galán, L.A.	9, 12	López-Ramírez, J.A.	100
<u>García de Madinabeitia, S.</u>	3	Loredo, J.	86, 87
<u>García- del-Cura, M.A.</u>	14	Luís, A.C.M.	17
García Martínez, M.J.	92, 95	Luís, A.T.	93, 96, 97, 98, 99, 101, 113, 114, 115
García, N.	85	Luis, D.	84
<u>García-Giménez, R.</u>	105	<u>Luque, J.A.</u>	81
García-Ordiales, E.	86, 87	Luque-Espinar, A.	75
Gaspar, M.	54, 55, 68	Ma, L.	52
Gil Ibarguchi, J.I.	3	Macías, F.	108
<u>Giménez-Forcada, E.</u>	75, 81	Madureira, P.	63
Gmélíng, K.	123	Magalhães, J.	23
Gomes, A.S.	13	Magalhães, V.	16
Gomes, E.	35, 71, 111	Maia, M.	20, 38, 61
Gomes, M.E.	25	Mansilha, C.	76
<u>Gonçalves, A.</u>	59	Manteca, I.	9, 12
<u>Gonçalves, M.A.</u>	4, 63	Marcelo, J.	71
<u>Gonçalves, P. A.</u>	43	<u>Marinho Reis, P.</u>	89, 111
<u>Grácio, N.</u>	68	Marinho, M.	23
Grande, J.A.	93, 96, 97, 98, 99, 101, 113, 114, 115	Marques de Sá, C.	67
Grima, J.	81	Marqués Sierra, A.L.	83
Guedes, A.	36, 51, 69	<u>Marques, A.C.P.</u>	88
Guerner Dias, A.	94	Marques, M.M.	47
Guimarães, F.	62	<u>Marques, R.</u>	7, 123
Guise, L.	13	Marques, R.A.	41
<u>Guzmán, M.</u>	49	Márquez, G.	49
<u>Guzmán-Martínez, F.</u>	92	Martínez, J.	112
<u>Hidalgo, M.C.</u>	112	<u>Martínez-Frías, J.</u>	6, 117
Hurtado, A.	52	<u>Martín-Méndez, I.</u>	64, 90
<u>Inácio, M.</u>	124	<u>Martins, F.</u>	25
		Martins, H.C.B.	29

<u>Martins, I.</u>	55, 57	<u>Paula, D.</u>	23, 40, 41
Martins, Z.	117	Pedro, J.	19, 38, 39, 53, 72, 122
Massimo B.	53	Pereira, A.J.S.C.	35, 44, 119, 120
Mata, J.	24, 26, 27, 30	<u>Pereira, A.R.</u>	63
Matanzas, N.	85	Pereira, I.	24, 27
Mateus, A.	56, 57, 73	Pereira, V.	124
Matias Lopes, J.A.	117	Pinheiro, L.	16
Matos, J.X.	20, 22, 61, 65	Pinho, C.	10, 11, 15
Mazadiego, L.	107	Pinto Ribeiro, L.	30
Medeiros-Junior, E.B.	23, 40, 41	Pinto, E.	124
Medina, J.	31, 32	Pinto, F.	57
Medina, R.	107	<u>Portela, L.</u>	31
Melo, V.M.M.	116	Prudêncio, M.I.	7, 123
Mendes, P.	72	Queiroz, A.F.S.	116
Mendonça Filho, J.G.	43, 45, 46, 48	Ramallo, S.	9, 12
Mendoza, R.	112	Ramos, V.	34, 58
Midões, C.	77	Rangel, M.J.	111
Miguel, C.	53	Reiser, F.	62
Milisse, D.	50	Rey, J.	112
Mirão, J.	53, 63, 65, 121	Ribeiro da Costa, I.	73
<u>Moita, P.</u>	53, 63	Ribeiro, A.	19, 39
Monteiro, F.	103, 109	Ribeiro, J.	46, 47, 76, 84, 102, 110
Morais, I.	22, 65	Ribeiro, S.	31, 79
Moreira, K.	51	Rocha, F.	7, 89, 111
Moreira, N.	19, 37, 38, 39, 46, 122	<u>Rocha, J.</u>	76, 110
<u>Moreno, F.</u>	13	Roda-Robles, E.	66
Moreno, J.	13	Rodrigues, A.L.	123
Moreno-Ventas, I.B.	82	<u>Rodrigues, B.</u>	45
<u>Moura, A.</u>	71	Rodrigues, M.	13, 36
Moura, H.	47	Rodrigues, P.	57, 73
Mourinha, N.	122	Rodrigues, V.G.S.	106
Muñoz, P.	9, 12	Rodríguez Estrella, T.	9, 12
Navarro, F.	9, 12	Rodríguez Gallego, J.L.	85, 90
Neves, F.	62	Rodríguez-Valdés, E.	85
Neves, O.	124	Romão, J.	18, 19, 37, 39
Nhamutole, N.	50	Romero, P.	95
Noack, Y.	89, 111	Romero, S.	99
<u>Nogueira Neto, J.A.</u>	25, 42	Roqueñí, N.	86, 87
Nogueira, P.	10, 11, 15, 20, 38, 46, 61, 72	Ros, M.	9, 12
Nolan, J.	32	<u>Rosa, A.R.</u>	18, 30
Noronha, F.	19, 28, 34, 36, 58, 59, 60, 69	Rosado, L.	65
Novo, L.A.B.	104	<u>Roseiro, J.</u>	20, 38, 61, 73
<u>Oliveira, A.</u>	29	Russo, D.	7
Oliveira, O.M.C.	116	Salgado, L.	85
Oliveira, P.T.M.	116	Salgueiro, E.	16
Oliveira, R.	111	Salgueiro, R.	22, 68
Ordoñez, A.	107	Sánchez, I.	105
Ordóñez, S.	14	<u>Sánchez-Palencia, Y.</u>	9, 12, 91, 125
Ortega, M.	95	Sant'Ovaia, H.	29, 59, 70
Ortiz, J.E.	9, 12, 91, 125	Santiago, C.S.	42
Pacheco, N.	65	<u>Santillana, E.</u>	2
Pardo, E.	81	Santisteban, M.	93, 96, 97, 98, 99, 101, 113, 114, 115
Patinha, C.	94, 106		

<u>Santos, A.</u>	96
<u>Santos, A.C.</u>	51
Santos, E.S.	108
Santos, J.F.	111, 122
<u>Santos, M.V.S.</u>	116
Santos, P.	54, 56, 76, 110
Sanz-Prada, L.	87
São Pedro, D.	20, 72
Sarmiento, A.M.	93, 96, 97, 98, 99, 101, 113, 114, 115
<u>Sêco, S.L.R.</u>	44, 118
Sequeira Braga, A.	89
Silva Júnior, J.B.	116
<u>Silva, M.M.V.G.</u>	17
Silva, R.L.	44, 45
Silva, T.P.	62
Simões, N.	120
Solá, A.R.	18, 21, 22, 37
Sousa, M.	19
Souza, B.C.C.	41
Souza, K.H.S.	116
Suárez-Ruiz, I.	47, 50, 84
Tassinari, C.	25
Teixeira, M.	101
Teixeira, T.	31
Teodoro, A.C.	66
Tomillo, P.	84
Torres, T.	9, 12, 91, 125
Valbuena, C.	115
<u>Valente, T.</u>	5, 13, 89
Valentim, B.	51
Valera, A.C.	123
Valladares, C.	40
Valle Aguado, B.	25, 32
Valverde Vaquero, P.	18
Vandenabeele, P.	121
Velasco, T.C.	41
Vicente, S.	61
<u>Vidigal, P.</u>	103
Vieira, C.	13
Vigil de la Villa, R.	105
Viveiros, F.	74, 78
Wach, G.	44
Watson, N.	44
Wragg, J.	89
Zhang, R.	58

ORGANIZAÇÃO | ORGANIZACIÓN



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA



Instituto de Ciências da Terra



Consejo Superior de Colegios
de Ingenieros de Minas



Colegio Oficial
Químicos
de Madrid



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL
DE GEÓLOG@S

1978-2018
40 AÑOS DEFENDIENDO LA PROFESIÓN



Asociación de
Químicos e
Ingenieros Químicos
de Madrid



LABORATORIO
HERCULES
HERANÇA CULTURAL, ESTUDOS E SALVAGUARDA

ZM-3D

Modelos Metalogénicos 3D da Zona de Ossa-Morena
Valorização dos Recursos Minerais do Alentejo