



## **XVI Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa**

Universidade de Aveiro  
28 julho > 2 de Agosto 2024

# **Contributos da Geoquímica para um Futuro Sustentável**

Livro de Resumos · *Abstract Book*



Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
Agenda 2030



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis



GEBIOTEC  
Geobiossience, Geoethnology  
and Geo-Engineering



<b>título</b>	XVI Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa - Contributos da Geoquímica para um Futuro Sustentável: Livro de resumos
<b>editores</b>	Eduardo Ferreira da Silva, Carla Patinha, Nuno Durães, Carla Candeias
<b>organizações</b>	Universidade de Aveiro, Unidade de Investigação GeoBioTec, Sociedade Geológica de Portugal e Sociedade Brasileira de Geoquímica
<b>apoio</b>	Sociedade Geologica de Portugal / Sociedade Brasileira de Geoquímica
<b>editora</b>	UA Editora, Universidade de Aveiro 1ª edição, julho 2024
<b>ISBN</b>	ISBN 978-972-789-934-0
<b>DOI</b>	<a href="https://doi.org/10.48528/kdqa-r788">https://doi.org/10.48528/kdqa-r788</a>

Os conteúdos apresentados são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores. © Autores.  
Esta obra encontra-se sob a Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), através de fundos nacionais, pelos projectos UIDB/04035/2020 - GeoBioTec- GeoBiciências, GeoTecnologias e GeoEngenharias, financiado pela FCT, fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade-COMPETE.

## plenárias

- 2 Vulcanismo e a água: exemplos de como as emissões vulcânicas afetam a geoquímica da água a partir de casos de estudo dos Açores (Portugal)
- 3 Sedimentos Exóticos e Isótopos Radiogénicos de Nd e Sr
- 4 Geochemistry analyses in terrestrial planetary analog environments
- 5 Environmental Organic Geochemistry and the main organic pollutants
- 6 The vital role of soil health in sustainable development
- 7 Previsão de deslizamentos em áreas urbanas densas: um estudo de caso no Município do Rio de Janeiro (Brasil)

## resumos

### tema 1, geoquímica de processos

#### magmáticos, metamórficos, sedimentares e hidrotermais

- 9 Effectiveness of three fingerprinting techniques to correlate oil seeps: biomarkers, diamondoids, and multi-elemental analysis
- 10 Origin and evolution of the Middle Atlas Volcanic Field (Morocco): a volcanological, petrological, mineralogical and geochemical perspective
- 11 signatures and processes controlling the composition of thermal waters from Fogo and Furnas volcanoes, São Miguel (Azores, Portugal)
- 12 High-K calcium-alkaline granitic magmatism Cryogenian (624 Ma) in the South of the Borborema Province, Brazil: Glória Sul Stock
- 13 Evolution of cryogenian myaskitic magmatism in the southern Bahia alkaline province (northeast Brazil)
- 14 Variações químicas das saponitas do pré-sal nas Bacias de Campos e Santos (Brasil)
- 15 Argilominerais de basaltos e sua relação com a arquitetura de derrames – o caso do Grupo Serra Geral da Província Magmática Paraná Etendeka no sul do Brasil
- 16 Cretaceous Volcanism Petrogenesis in the Santos Basin (Brazil)
- 17 Central Atlantic Magmatic Province LIP in the Parnaíba Basin (Brazil): Age and Geodynamics Scenarios
- 18 The possible role of assimilation processes in the genesis of the marginal diorite sequence of the Beja Layered Gabbroic Sequence
- 19 Análise litogeoquímica de rochas meta-ígneas do Sector Montemor-Ficalho (SW da Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas
- 20 Petrochronology of the metamorphic belt located west of the Porto-Tomar Shear Zone: Variscan geodynamic implications
- 21 Remobilização elementar em rochas magmáticas e metamórficas de alto grau: análise in situ e condicionantes geológicos no contexto do

- afloramento crítico do Rio Almansor, Zona de Ossa Morena (ZOM)
- 22 P-T constraints from pseudosection modelling of the anatectic complexes of the Central Iberian Zone (Portugal)
- 23 Sulfur Differentiation via Open-System Programmed Pyrolysis and Oxidation: a study case from the Barra Velha Formation (Santos Basin, offshore Brazil)
- 24 Formação e evolução geoquímica do Complexo Migmatítico do Gerês
- 25 Constrangimento metamórfico do percurso P-T-t do Complexo Migmatítico do Gerês – dados preliminares
- 26 Geochemistry of ultramafic rocks from Cabeço de Vide (Portugal): a unique analog for understanding serpentinization on Mars
- 27 Em busca do zircónio perdido em rochas básicas da Zona Centro-Ibérica
- 28 Litogeoquímica da Bacia Carbonífera do Douro: caso de estudo no Setor do Couto Mineiro do Pejão
- 29 The Ediacaran-Cambrian transition in the Évora-Aracena Metamorphic Belt, Ossa-Morena Zone, SW Iberia: a preliminary geochemical analysis
- 30 Padrões de zircão detrítico vs herdado: análise preliminar do Maciço Ibérico enquanto caso de estudo
- 31 Litogeoquímica do Meteorito Campos Sales
- 32 Geochemistry analyses in terrestrial planetary analog environments
- 33 Geochemical synthesis of West African Craton carbonatites
- 34 Petrology and geochemistry of carbonatites and associated mafic intrusive rocks in the “Eye of Africa” structure (Northern Mauritania)
- 35 Petrografia, e geoquímica do plutonito granítico de Pedrógão Grande (centro de Portugal)
- 36 Perfil de alteração no Monte Barro, Ilha do Fogo (Cabo Verde) – geoquímica, mineralogia e cristalquímica
- 37 The Juncais late-post-kinematic Variscan granite (Central Iberian Zone): emplacement age, zircon inheritance and provenance
- 38 A água mineral natural de São Pedro do Sul: análises e reflexões sobre o seu quimismo no contributo do seu modelo hidrogeológico
- 39 Granitos peraluminosos da região de Mondim de Basto, Portugal. Uma possível fonte de metais raros?
- 40 Materiais fósseis sob influência de atividade vulcânica: potenciais limitações para reconstrução paleoambiental e datação
- 41 Unravelling the impact of (micro-)plastics in agricultural soils in the Euroregion Galicia and Minho: preliminary results
- 42 Unveiling sulfide and oxide mineralization processes in the Beja Layered Gabbroic Sequence using magnetite trace element composition
- 43 Geochemical and ages of plutonic suites (Cryogenian-Ediacaran) in the Macururé geologic domain, Southern Borborema Province, Northeastern Brazil

## **tema 2, recursos minerais e energéticos e aplicações inovadoras para um futuro sustentável**

- 45 Geologia, mineralogia e química mineral do depósito sulfetação intermediária Santa Maria, Minas do Camaquã - RS - Brasil
- 46 Ocorrências de ouro no NW Moçambique: um estudo petrográfico e químico para o ensaio do modelo de mineralização
- 47 Alterações mineralógicas e geoquímicas de argilas esmectíticas do Alentejo por maturação
- 48 Mineralogia e geoquímica do carbonatito do Xiluvo (Moçambique): contribuição para a avaliação do seu potencial económico
- 49 Integrating nature-based technologies for eco-friendly dye removal in textile wastewater treatment
- 50 Avaliação do impacto ambiental devido a um derramamento de óleo a partir de experimento controlado utilizando isótopos ambientais e radiocarbono
- 51 Geological aspects and characterization of the kaolin in the region of Equador / RN - Brazil
- 52 Application of mining waste from the Tinoca Mine (Portugal) in geopolymer-based construction materials
- 53 Estruvita e analcima derivadas de resíduos minerais amazônicos combinadas com Mg-bentonita para reposição de nutrientes nos solos altamente intemperizados
- 54 O Método de Rietveld aplicado ao refinamento de dolomitas da Margem Equatorial brasileira e do Pré-Sal da Bacia de Santos: uma estimativa da porosidade com base em parâmetros cristalquímicos
- 55 Mineralogia e geoquímica dos “tailings” de uma antiga mina de Pb-Zn, centro de Portugal: avaliação dos teores de Pb, Zn e de REEs
- 56 Influence of water alternating gas on the compositional gradation of oil accumulations in pre-salt reservoirs by gcxgc-tofms
- 57 Evaluation of drilling fluids in chemical and geochemical characteristics of crude oils
- 58 Geochemical mapping of the Beja Layered Gabbroic Sequence based on pXRF data: implications for petrogenesis and mineral exploration
- 59 Organophilized palygorskite applied for herbicide removal from wastewater
- 60 Influence of the earthen material properties in KOH alkali-stabilized adobes
- 61 Incorporação do fosfogesso em argilas para produção de tijolos cerâmicos e avaliação de sua resistência mecânica: uma proposta sustentável
- 62 Caracterização geoquímica do depósito de ouro de Tchiquele (Angola): resultados preliminares
- 63 Mineralogical, geochemical and technological characterization of Halloysite formed by chemical weathering of pegmatites located in southeastern Brazil

## **tema 3, geoquímica, sociedade, ambiente e saúde**

- 65 Elementos potencialmente tóxicos em solos de um antigo complexo industrial inserido numa área protegida (Cabo Mondego, Portugal)
- 66 Determinação de elementos terras raras (ETR) em águas do Distrito Federal (Brasil Central)
- 67 Avaliação da remoção de elementos traços em sistemas wetlands construídos em escala piloto, operando com fluxo superficial e subsuperficial.
- 68 Avaliação da proposta de revisão da norma de gestão de resíduos sólidos brasileira em relação aos resíduos da mineração: Riscos associados a ausência de uma abordagem geoquímica de avaliação dos resíduos
- 69 Evaluation of potential contamination in graveyard topsoil: a case study in Viseu district (Portugal)
- 70 Investigating contamination indexes and mobility processes in mine-stream sediments systems (Central Portugal)
- 71 Desafios na gestão da água em territórios indígenas – um exemplo na Amazônia (Brasil)
- 72 Bentonites for wines filtration
- 73 Investigação geoquímica aplicada à caracterização de sítios contaminados
- 74 Caracterização e avaliação do potencial de contaminação de resíduos mineiros da antiga Mina de Regoufe
- 75 Impacte de um incêndio rural na Serra da Estrela: erosão do solo e transporte para linhas de água
- 76 Passivo ambiental da mineração no Vale do Ribeira (Brasil): uma análise da contaminação
- 77 Avaliação do grau de degradação da Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil) através de técnicas geoquímicas e organopetrográficas
- 78 Remediação de areia oleosa usando agente de limpeza verde e responsivo à salinidade
- 79 Impacte de um incêndio rural sobre a composição química da água superficial e subterrânea – Serra da Estrela (Centro de Portugal)
- 80 Novos dados para a caracterização geoquímica e petrográfica de biochar obtidos através de biomassa de diferentes origens: um contributo para a avaliação da estabilidade do carbono em contexto geológico
- 81 Using elemental concentrations and dust loadings as metrics of human exposure to potentially toxic elements in kindergarten indoor dust
- 82 Predição de drenagem ácida de rochas (DAR): comparação entre os métodos cinéticos P387A (AMIRA, 2002) e D5744 (ASTM, 2018)
- 83 Dispersão do chumbo proveniente da Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda, Boquira, Bahia (Brasil)
- 84 Disponibilidade do chumbo em sedimentos: da metalurgia de chumbo COBRAC/PLUMBUM, localizada em Santo Amaro, até à Baía de Todos os Santos, Bahia (Brasil)

- 85 Origens, distribuição espacial e potencial de contaminação por arsênio no Quadrilátero Ferrífero, Brasil: índices de qualidade aplicados à Bacia do Rio das Velhas
- 86 Determinação de valores do background geoquímico em solos do entorno da área afetada pelo rompimento da Barragem de Rejeitos de Córrego do Feijão, Brumadinho, Província Mineira do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais (Brasil)
- 87 Avaliação da contaminação por cromo na Província Mineira do Quadrilátero Ferrífero (Brasil) - aplicação de índices geoquímicos de qualidade
- 88 Avaliação do estado de qualidade ecológica da Baía de Sepetiba (SE Brasil) com base em indicadores geoquímicos e bióticos
- 89 Avaliação da qualidade ambiental de sistemas costeiros: um estudo de caso na Baía de Guanabara (SE Brasil)
- 90 Caracterização e distribuição de resíduos mineiros na antiga mina de São Domingos
- 91 Temporal and seasonal variation of water geochemistry in an old Sn>W mining area, central Portugal
- 92 Road dust risk assessment of an urban area in Africa
- 93 Maritime and lagoon beaches sediments geochemistry and evaluation of microplastics retention
- 94 Tracing the origin of metal(loid)s in alluvial soils of Baixo Vouga Lagunar: assessing inputs from stream sediments
- 95 Caracterização das águas termais e dos peloides empregues nos programas terapêuticos das Termas de Vizela
- 96 Caracterização de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos numa escombreira afetada por autocombustão no Complexo Mineiro do Pejão
- 97 Previsão de deslizamentos em áreas urbanas densas: um estudo de caso no Município do Rio de Janeiro
- 98 Ocorrência de metais em solos do norte de Portugal: um estudo em duas bacias hidrográficas com ocupação distinta
- 99 *Odontarrhena serpyllifolia* nos solos ultramáficos do maciço de Bragança: perspectivas para fitominação de níquel
- 100 Geochemical and botanical studies of the Cambarinho Botanical Reserve (Serra do Caramulo)
- 101 Understanding the evolution of Ria de Aveiro: insights from sedimentological and geochemical data of a vertical sediment core
- 102 Unravelling the impact of (micro-)plastics in agricultural soils in the Euroregion Galicia and Minho: preliminary results

#### **tema 4, processos e ciclos (bio) geoquímicos na zona crítica terrestre**

- 103 Elementos de terras raras associados a sedimentos com elevadas concentrações de elementos potencialmente tóxicos, padrão geoquímico do Quadrilátero Ferrífero, SE (Brasil)

#### **tema 5, processos geoquímicos na dinâmica oceânica, atmosfera e alterações climáticas**

- 104 Elementos de terras raras associados a sedimentos com elevadas concentrações de elementos potencialmente tóxicos, padrão geoquímico do Quadrilátero Ferrífero, SE (Brasil)
- 106 Determinação de metais no material particulado atmosférico (MP<sub>10</sub>) do Distrito Federal, Brasil Central
- 107 Geochemical characterization of sandstones and carbonates from the southeastern coast of the South Atlantic: as a tool for Holocene climate reconstruction
- 108 Variação diária do fluxo de CO<sub>2</sub> num lago vulcânico: Lagoa do Congro (São Miguel, Açores)
- 109 Geochemical investigation of petroleum hydrocarbons on urban beaches in Salvador
- 110 Desenvolvimento de protocolos para estudo da dinâmica do carbono do solo utilizando a técnica 14C-AMS no LAC-UFF
- 111 Dynamics of petroleum hydrocarbons in environmental matrixes: study and influence of weathering
- 112 Proveniência de sedimentos na costa sul-sudeste do Brasil: uma perspectiva a partir dos elementos terras raras
- 113 Caracterização Geoquímica do evento anóxico oceânico 1b na Bacia do Araripe (Brasil)
- 114 Particularidades mineralógicas e geoquímicas das Margas Chocolate do Toarciano inferior da Bacia Lusitânica

#### **tema 6, métodos analíticos, geoestatísticos e geocronologia**

- 116 Geoquímica e geoquímica isotópica (U-Pb e Sm-Nd) do vulcanismo bimodal do Rifte Araí, Norte da Faixa Brasília, Margem Oeste do Cráton do São Francisco
- 117 U-Pb and Lu-Hf data in zircon from the Douro-Beiras Supergroup (North of the Porto-Viseu Metamorphic Belt, Central Iberian Zone)
- 118 Medidas preliminares de razões isotópicas de lítio e boro por TOF-SIMS em turmalinas oriundas da Província Borborema, Estado do Ceará, Brasil
- 119 Análise comparativa de dois métodos de capacidade de troca capacidade de troca catiónica em argilas
- 120 The relevance of metallic species for monitoring acidity in mine waters: statistical modeling for highly contaminated sites
- 121 Análise isotópica de solo em áreas úmidas no Litoral Norte do Estado da Bahia (Brasil)
- 122 Geoquímica, mineralogia e datação absoluta por luminescência - contributos para a paleoreconstrução do sítio arqueológico Malhada da Orada, Alentejo (Portugal)

## Petrochronology of the metamorphic belt located west of the Porto-Tomar Shear Zone: Variscan geodynamic implications

Telmo M. Bento dos Santos<sup>1,2</sup>, Diogo Carvalho<sup>1,3</sup>, Elton Dantas<sup>4</sup>, Laura Webb<sup>5</sup>, Martim Chichorro<sup>6</sup>, Noel Moreira<sup>7</sup>, José Manuel Romão<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

<sup>2</sup> DG-FCUL – Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal

<sup>3</sup> LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Alfragide, Portugal

<sup>4</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasil

<sup>5</sup> Department of Geography and Geosciences, University of Vermont, United States of America

<sup>6</sup> FCT-UNL – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

<sup>7</sup> IIFA – Universidade de Évora, Instituto de Ciências da Terra – Polo de Évora, Portugal

### Abstract

The nature of the metamorphic belt located west of the Porto-Tomar Shear Zone (central-west Portugal) has been abundantly discussed in terms of its pre-Variscan paleogeography (Moreira et al., 2019; Bento dos Santos et al., 2023). However, not enough attention has been given to its metamorphic evolution during the Variscan Orogeny and ensuing deformation/metamorphic stages. In this work, we aim at providing quantitative constraints on the P-T-t paths endured by the high-grade metamorphic rocks for which integrated U-Pb dating of zircon/monazite and Ar-Ar dating of biotite facilitate an innovative petrochronological study revealing its geodynamic evolution.

The Porto-Tomar Shear Zone is a first-order structure separating the Iberian Massif domains (to the East) from the often-called Finisterra Terrane (to the west) that is still fully understood. This domain is composed of (at least) 2 metamorphic belts with contrasting metamorphic grades, namely a low-grade and a high-grade metamorphic belt, which some authors correlated, respectively to the South Portuguese Zone (SPZ), and the Ossa-Morena Zone (OMZ; Bento dos Santos et al., 2023), although this interpretation is not unanimous (Moreira et al., 2019).

Pseudosection modelling of staurolite-bearing schists, metatexites and diatexites from the high-grade metamorphic belt in the Tomar-Abrantes sector, provides solid P-T constraints to conclude that after a M1 prograde stage at  $P < 6$  kbar, followed a nearly isothermal decompression to  $P < 3$  kbar during the M2 metamorphic peak stage at 680-700 °C, and a M3 stage with isobaric cooling ~500 °C. Additional constraints can be made from U-Pb and Ar-Ar dating of these rocks. U-Pb dating of monazites from one diatexite sample shows 3 specific periods of monazite formation/closure temperature, namely at ~353, ~338 and ~322 Ma. These ages are compatible with what is usually envisaged as the M1 prograde stage, M2 metamorphic peak and M3 cooling path, respectively, for the OMZ. In fact, U-Pb dating of zircon, which typically constrains the metamorphic peak (M2), is conclusive at 343.9 to 338.5 Ma (5 samples). Ar-Ar dating of biotites from 3 samples, which is a good indicator of cooling paths, provides ages between 315.1 to 312.9 Ma, tightly constraining the M3 stage.

Integration of the obtained ages with the P-T constraints allow us to define a prograde metamorphic path at ~350 Ma that reached the baric peak at ~6 kbar, whereas the metamorphic peak ( $T \sim 700$  °C) was reached at ~342 Ma, after which cooling proceeded. This cooling event is recorded by late formation of monazite at 322 Ma (for a  $T \sim 650$  °C) and biotite closure temperatures of ~320 °C at ~314 Ma. This P-T-t path is consistent with a 2-stage cooling event: a) ~5 °C/Ma until 322 Ma; followed by b) an increased cooling rate (~27 °C/Ma) until 314 Ma. A D2 extensional event accompanied by asthenospheric upwelling in the OMZ between 340-320 Ma can explain both the slow cooling and the isothermal decompression, whereas a D3 transtensional event from 320 to 310 Ma can explain the increasing cooling rates and the isobaric cooling.

**Keywords:** Anatectic complexes; Iberian Massif; pseudosections; P-T paths