

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Separata - Reprint - Tiré-à-part



REVISTA DE GEOCIÊNCIAS

MUSEU NACIONAL DE HISTÓRIA NATURAL

(Publicação subsidiada pela Liga dos Amigos do Museu Nacional de História Natural)

<b>Edição e Propriedade/Published by</b>	MUSEU NACIONAL DE HISTÓRIA NATURAL Rua da Escola Politécnica 58, P-1294 LISBOA CODEX, PORTUGAL Tel: (351) (01) 3961521 ext: 236 Fax: (351) (01) 605850
<b>Director/Director</b>	A.M. Galopim de Carvalho
<b>Comissão Editorial/Editorial Board</b>	A. M. Galopim de Carvalho; Aurora Rodrigues; Carlos Marques da Silva; Francisco Fatela; José M. Brandão; Teresa Drago.
<b>Comissão Científica/Scientific Board</b>	António Ribeiro, <i>Lisboa</i> ; Carlos da Costa Almeida, <i>Lisboa</i> ; Carlos Matos Alves, <i>Lisboa</i> ; César Andrade, <i>Lisboa</i> ; Fernando Barriga, <i>Lisboa</i> ; José Manuel Munhá, <i>Lisboa</i> ; Lemos de Sousa, <i>Porto</i> ; Miguel Magalhães Ramalho, <i>Lisboa</i> ; Rui Pena dos Reis, <i>Coimbra</i> ; Barun Sen Gupta, <i>Baton Rouge, Louisiana, USA</i> ; Christian A. Meyer, <i>Wisen, Switzerland</i> ; Gilbert Boillot, <i>Villefranche-sur-Mer, France</i> ; James O. Farlow, <i>Fort Wayne, Indiana, USA</i> ; Joaquín Moratalla, <i>Madrid, España</i> ; José Luis Sanz, <i>Madrid, España</i> ; Martin G. Lockley, <i>Denver, Colorado, USA</i> ; Michael B. Collins, <i>Southampton, UK</i> ; William J. Neal, <i>Allendale, Michigan, USA</i> .
<b>Composição-Edição Electrónica/DTP</b>	ESAMIN, Estudos de Ambiente e Informática, Lda. Tel: (351) (01) 3635000 Tel/Fax: (351) (01) 3634392
<b>Impressão/Printing</b>	CIÊNCIA GRÁFICA, Artes Gráficas, Lda. Rua da Escola Politécnica 58, 1200 Lisboa
<b>Depósito legal</b>	34100/90
<b>ISSN</b>	0871-5424
<b>Tiragem/N° of Copies</b>	600 exemplares



# CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-MINERALÓGICA DE AMOSTRAS DO COMPLEXO VULCÂNICO DAS FURNAS (AÇORES)

Ana Maria MALHEIRO

Laboratório Regional de Engenharia Civil. AÇORES, PORTUGAL

J. M. VIEIRA e SILVA

Estação Agronómica Nacional, Departamento Pedologia. 2780 OEIRAS, PORTUGAL

A. M. GALOPIM de CARVALHO

Museu Nacional História Natural. R. da Escola Politécnica, 58, 1294 LISBOA CODEX, PORTUGAL  
Departamento Geologia, FCUL. Bloco C2, 5º piso, Campo Grande, 1700 LISBOA, PORTUGAL

**RESUMO:** Neste trabalho, integrado num estudo mais amplo da alteração das formações litológicas dos Açores, procedeu-se à caracterização química e mineralógica de várias amostras colhidas no complexo vulcânico das Furnas (Açores). Pretendeu-se assim estudar a influência dos vários factores que levaram à alteração dessas amostras e perceber qual o seu contributo nessa alteração.

**ABSTRACT:** In this paper integrated in a broader study of the alterations of the lithologic formations in the Azores, the chemical and mineralogical characterisation of several samples gathered in the volcanic complex of Furnas has been made. We intended to study the influence of several factors that led to the alteration of these samples and understand their contribution in these alterations.

## INTRODUÇÃO

Situado aproximadamente a meio do Atlântico Norte, ao largo de Portugal, entre as latitudes 37° e 40° N e as longitudes 25° e 32° W, o arquipélago dos Açores estende-se ao longo de cerca de 500 km na direcção ESE-WNW. É composto por nove ilhas vulcânicas que se alinham na direcção acima referida, ao nível de um ponto triplo, no limite das placas Americana, Euroasiática e Africana. A actividade vulcânica nestas ilhas está essencialmente relacionada com o rift médio atlântico (MACHADO, 1967).

Em termos petrográficos, de um modo geral, a série predominante nas ilhas dos Açores, moderada ou mesmo fracamente atlântica, é encabeçada por basaltos alcalinos, no geral olivínicos (ASSUNÇÃO & CANILHO, 1970). Seguem-se as lavas intermédias, hawaitos, tristanitos e mugearitos anteriormente consideradas como andesitos, e por fim os traquitos calco-alcalinos e alcalinos. Certas lavas de composição intermédia apresentaram-se por vezes opalizadas, devido à acção de fumarolas ácidas.

As rochas vulcânicas, devido às condições em que se formaram, apresentam no geral uma maior vulnerabilidade aos fenómenos de alteração do que muitas rochas plutónicas. Essa alteração pode verificar-se, quer por acção dos agentes atmosféricos, quer por acções hidrotermais pós-vulcânicas, quer ainda por interacção destes dois processos (GALOPIM DE CARVALHO, 1990).

Neste primeiro trabalho de um projecto que visa estudar a alteração de formações litológicas dos Açores, pretendeu-se contribuir para a caracterização química e mineralógica de algumas formações do complexo vulcânico das Furnas que, embora pertencentes ao mesmo complexo e algumas possuindo a mesma litologia, foram sujeitas a diferentes acções.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Enquadramento Geológico

Todas as amostras analisadas foram colhidas no estrato-vulcão das Furnas, que possui uma caldeira central, com vários cones adventícios no seu interior (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1958).

As principais formações vulcânicas presentes são constituídas por lavas basálticas e traquibasaltos de natureza hawaítica e ainda depósitos piroclásticos de natureza traquítica, predominantemente pomínicos (SALGUEIRO, 1991). Estes materiais piroclásticos constituem extensos depósitos de cobertura, contemporâneos da formação da grande caldeira e podem ainda estar ligados a erupções plinianas que ocorreram posteriormente no interior daquela caldeira.

Este vulcão apresenta uma notável actividade fumarólica. Existe um campo fumarólico próximo do lago das Furnas e outro mais importante, na parte este da caldeira, integrado na Vila das Furnas. As fumarolas emitem essencialmente vapor de água, SO<sub>2</sub> e possivelmente CO<sub>2</sub> e outros gases. As temperaturas variam desde cerca de 40 °C até cerca de 100 °C. Próximo às fumarolas existem ainda inúmeras nascentes de águas termais quentes e frias (MACHADO, 1967).

#### Localização das amostras

A maior parte das amostras em estudo foi colhida nos dois campos fumarólicos (nas fumarolas ou em taludes muito próximos destas). Somente cinco das dezoito amostras foram colhidas noutros locais. Destas cinco amostras, duas (amostras 1 e 2) foram colhidas num talude à saída das Furnas, na estrada para a Povoação, onde aflorava basalto aparentando bastante alteração; as restantes três amostras (amostras 16, 17 e 18) foram colhidas no local da erupção de 1630, próximo da lagoa das Furnas.

#### Análise Mineralógica

Em todas as amostras levemente moídas, avaliou-se a possível existência de componentes de baixo grau de cristalização, minerais do tipo alofana, com o teste do NaF (FIELDES & PERROT, 1966), considerado-se como resposta positiva os valores de pH superiores a 9,4. Para termo de comparação determinou-se o pH em água (1:2,5). As subamostras desagregadas foram dispersas numa solução com algumas gotas de NaOH (pH = 9) e passadas por um crivo de 50  $\mu$ m para separação da fracção areia. A fracção fina (< 50  $\mu$ m) foi separada, por sedimentação, em argila (< 2  $\mu$ m) e limo (2-50  $\mu$ m). As fracções granulométricas foram analisadas num difractómetro de raios X com radiação Ka,Cu e filtro de Ni. Amostras da fracção argila foram saturadas previamente com Mg e sedimentadas em lâmina de vidro (ROBERT & TESSIER, 1974). As amostras que apresentaram minerais argilosos com espaçamento a 1,4 nm foram tratadas com glicerol para se avaliar a sua expansibilidade e seguidamente foram sujeitas ao teste de Hofmann Klemen (GREENE-KELLY, 1955) para se fazer a distinção entre beidelite e montmorilonite. As amostras com minerais argilosos com espaçamento a 0,7 nm foram analisadas no microscópio electrónico de transmissão para se detectar a presença de haloisite e/ou caulinite.

Amostras	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (NaF)
1	8,1	8,3
2	8,0	8,0
3	2,0	7,3
4	2,3	7,7
5	2,0	7,2
6	3,3	7,7
7	2,8	8,1
8	2,3	7,9
9	2,6	8,0
10	2,0	6,9
11	3,4	7,6
12	1,9	7,1
13	2,1	7,9
14	2,3	8,1
15	2,2	8,2
16	4,9	8,3
17	5,0	7,8
18	5,2	8,5

Quadro 1 - Valores de pH (H<sub>2</sub>O) e pH (NaF).

#### Análise Química

Submeteram-se as amostras aos tratamentos com oxalato-ácido oxálico (MCKEAGUE & DAY, 1966), para determinação dos teores de elementos químicos associados aos óxidos de ferro amorfo (Feo), e ditionito-citrato de sódio (MEHRA & JACKSON, 1960) para determinação dos elementos associados aos óxidos de ferro cristalino (Fed). As concentrações dos diferentes elementos nas soluções foram determinadas por espectrofotometria de absorção atómica.

#### RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As amostras 1 e 2 apresentam valores de pH (H<sub>2</sub>O) relativamente elevados (pH 8,0 e 8,1), o que parece

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-MINERALÓGICA, FURNAS - AÇORES

concordar com a composição mineralógica dos basaltos e com os minerais de alteração existentes; as amostras 3 a 15 são muito ácidas (pH < 3,5), o que concorda com a presença de sulfuretos; as amostras 16, 17 e 18 apresentam valores de pH intermédios (pH 4,9, 5,0 e 5,2), o que está de acordo com a composição mineralógica dos materiais traquíticos, onde predominam feldspatos alcalinos.

Os resultados referentes ao teste do NaF (Quadro I) mostram que todos os valores de pH ao fim de 2 minutos são inferiores a 9,4 o que significa a inexistência de materiais pouco cristalizados do tipo alofana.

A composição mineralógica (Quadro II) mostrou o seguinte: as amostras 1 e 2 (localizadas num talude à saída das Furnas) são constituídas quase exclusivamente por montmorilonite (bentonite), mineral com espaçamento a 1,4 nm, que saturado com glicerol é expansivo (1,7 nm) e que após tratamento com lítio (teste de Hofmann Klemen) perde a sua aptidão à expansibilidade; as amostras 3 a 15, com excepção das amostras 5 e 10 constituídas na quase totalidade por anidrite e gesso, respectivamente, apresentam na fracção argila uma composição mineralógica relativamente homogénea, predominando os minerais argilosos dos tipo 1:1 (haloisite e caulinite), acompanhados de sulfa-

Amostra	Argila	Limo	Areia
1	M <sub>5</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>5</sub>
2	M <sub>5</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>5</sub>
3	K <sub>3</sub> Alu <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	Alu, Q, F	F, Alu, Q
4	K <sub>4</sub> Alu <sub>3</sub>	Alu, Q, F	Alu, Q, F
5	Anidrite	Q, Anidrite	
6	(H + K) <sub>3</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu, Q, F	Alu, Q, F
7	(H + K) <sub>5</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu, Q, F	Alu
8	(H + K) <sub>3</sub> Mi <sub>1</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu, F, Q	F, Alu
9	(H + K) <sub>3</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu, Q, F	F, Alu
10			G
11	(H + K) <sub>3</sub> Alu <sub>1</sub>	F, Alu	F, Alu, Mi
12	(H + K) <sub>4</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu	Alu, Mi
13	(H + K) <sub>3</sub> Alu <sub>2</sub>	Alu, F	F, Alu, Mi, G
14	(H + K) <sub>4</sub> Alu <sub>2</sub>	Alu, F	F, Alu
15	(H + K) <sub>4</sub> Alu <sub>1</sub>	Alu, F	F, Alu, K
16	-	F	-
17	-	F	-
18	-	F	-

Quadro II - Composição mineralógica das amostras nas fracções granulométricas: argila, limo e areia. Legenda: M-montmorilonite, K-caulinite, H + K-haloisite + caulinite, Alu-alunite; F-feldspato, Q-quartzo; Mi-mica; G-gesso; 5 > 60 %, 4 > 40 %, 3 > 20 %, 2 > 10 %.

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICO-MINERALÓGICA, FURNAS - AÇORES

### BIBLIOGRAFIA

- ASSUNÇÃO, C. T.; CANILHO, M. H. & CANELHAS, M. G. S. (1974) - Un aperçu sur la pétrographie éruptive des Açores. *Bol. Mus. Lab. Min., Fac. Ciências Lisboa*, 14(1):17-18.
- ASSUNÇÃO, C. T. & GARRIDO, A. (1953) - Tables pour la détermination des minéraux au moyen des rayons x. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol., Fac. Ciências Lisboa*, 20-21: 1-312.
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (1990) - Argilas de alteração em traquitos da Ribeira Grande (Açores). *Gaia*, 2: 4-7.
- FIELDS, M. & PERROT, K. W. (1966) - The nature of allophane des solos. III Rapid field and laboratory test for allophane. *New Zeland J. Sci.*, 9: 623-629.
- GREENE-KELLY, R. (1955) - Dehydration of the montmorillonite minerals. *Min. Mag.*, 30: 604-615.
- MACHADO, F. (1967) - Active volcanoes of the Azores, in Catalogue of Active Volcanoes of the World - 21 (Atlantic Ocean), *Intern. Ass. Volcan.*, Roma, 9-52.
- MCKEAGUE, J. A. & DAY, J. H. (1966) - Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Can. J. Sci.*, 46: 13-22.
- MEHRA, O. P. & JACKSON, M. L. (1960) - Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate systems buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Min.*, 7: 317-327.
- ROBERT, M. & TESSIER, D. (1974) - Méthode de préparation des argiles des sols pour des études minéralogiques. *Ann. agron.*, 25: 859-882.
- SALGUEIRO, M. A. (1991) - Aspectos hidrogeológicos da caldeira das Furnas (Ilha de S. Miguel) e condições naturais de emergência da água da nascente "Gloria Patri". *Açoreana*, 7(2): 247-255.
- ZBYSZEWSKI, G.; ALMEIDA, F. M.; FERREIRA, O. V. & ASSUNÇÃO, C. T. (1958) - Carta Geológica de Portugal (1:50 000). Not. expl. da folha B de S. Miguel (Açores). *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 33 pp.

tos onde domina um mineral com espaçamentos característicos da alunite (ASSUNÇÃO & GARRIDO, 1953); nas fracções limo e areia ocorre alunite como mineral dominante, acompanhado de quartzo, feldspatos e, por vezes, vestígios de mica; as amostras 16, 17 e 18, traquíticas, são muito finas (fracção limo) e constituídas em grande parte por feldspatos alcalinos.

Resultados químicos de microelementos associados aos óxidos de ferro amorfo e óxidos de ferro cristalino mostraram que nestes materiais não ocorrem anomalias geoquímicas de Cu, Zn, Cr, Co, Cd e Pb. Quando ao Fe e Mn (Quadro III) verifica-se que o Fe mostra valores muito diferentes nestas amostras, variando o Fe livre total (Fed) entre  $67 \text{ gkg}^{-1}$  (amostra 5) e  $100,8 \text{ mgkg}^{-1}$  (amostra 1). A relação Fed/Feo apresenta, de um modo geral, valores superiores a 0,5, o que significa que os óxidos de Fe amorfo têm alguma predominância em muitos destes materiais. Nas amostras 9 e 11 predominam os óxidos de Fe cristalino. O Mn apresenta também teores heterogéneos nas diferentes amostras, que variam entre  $0,8 \text{ gkg}^{-1}$  (amostra 5) e  $10,1 \text{ mgkg}^{-1}$  (amostra 1). Os teores de Fe e Mn apresentam uma boa correlação nas diferentes amostras, quer se considere a extracção com ditionito (Fed x Mnd -  $r = 0,92$ ) ou a extracção com oxalato (Feo x Mno -  $r = 0,93$ ), o que concorda com a génese muito interligada destes elementos químicos.

Com base nos resultados analíticos (principalmente a composição mineralógica e o pH) verifica-se a exis-

tência de três grupos distintos nas amostras estudadas. A explicação para tal facto deve-se essencialmente à diferença de litologia e aos factores de alteração que actuaram predominantemente sobre os materiais.

No primeiro grupo (amostra 1 e 2), o material originário constituído por basalto apresenta-se muito alterado, não se tendo detectado minerais primários. Os minerais presentes são constituídos em grande parte por minerais argilosos expansivos (montmorilonite) resultantes da alteração meteórica.

No segundo grupo (amostras 3 a 15) o material estudado foi colhido em fumarolas ou próximo destas. As suas composições mineralógicas e os valores de pH são no geral semelhantes entre si, demonstrando já uma alteração bastante evidente onde, além da meteorização (minerais argilosos 1:1), devem ter predominado acções ligadas ao hidrotermalismo (sulfatos). A presença de água com temperaturas elevadas (entre  $40^\circ\text{C}$  e  $100^\circ\text{C}$ ) e a acidez do meio contribuíram para acelerar a alteração do material piroclástico, relativamente recente em termos geológicos.

O último grupo, corresponde a material de natureza traquítica (lavas e piroclastos) resultantes da erupção de 1630. Trata-se de um material muito recente, que apresenta predominantemente desagregação física, não tendo sofrido ainda alteração química notória.

Amostras	Feo (mg Kg-1)	Mno(ug Kg-1)	Fed (mg Kg-1)	Mnd (ug Kg-1)
1	62,2	2800,0	100,8	10120
2	7,5	313,6	14,0	232,0
3	9,8	57,6	12,8	45,2
4	2,0	8,0	3,9	7,0
5	0,07	0,8	0,07	0,8
6	0,4	4,0	12,8	6,0
7	0,7	1,6	1,1	1,0
8	8,7	92,8	13,4	86,0
9	1,8	92,0	9,8	54,0
10	0,4	12,8	0,6	17,0

Quadro III - Teores de Fe e Mn extraídos pelos métodos do oxalato (Feo e Mno) e do ditionito (Fed e Mnd).



# SUPERIMPOSED COMPRESSIONAL AND EXTENSIONAL TECTONICS IN THE TRIASSIC FORMATIONS AT THE SOUTHWESTERN TERMINATION OF THE TIZI N'TEST FAULT ZONE (WESTERN HIGH ATLAS, MOROCCO)

Fida MEDINA

Université Mohammed V, Institut Scientifique. B.P. 703, RABAT-AGDAL, MOROCCO

M'Fedal AHMAMOU

Abdelkhalek EL FARIATI

Université Mohammed V, Faculté des Sciences. B.P. 1014, RABAT, MOROCCO

**ABSTRACT:** The study of the southern part of the Argana valley, where the Oued Issen fault, one of the segments of the Tizi n'Test fault zone dies out, allows determining two superimposed episodes of deformation. The first is a NW-SE to ENE-WSW extension related to the early rifting of the Central Atlantic, to which are related eastwards-dipping normal faults unmapped before. These faults show moderate to low-angle planes remobilizing former Hercynian thrusts. In addition to the syndepositional small-scale faulting, large-scale paroxysmal faulting occurred before the Late Triassic and during the earliest Liassic. The second episode is a NNE-SSW to NNW-SSE compression to which are related folds and reverse and strike-slip faults. The Oued Issen fault appears to have played a minor role during the Triassic, as a transfer fault, without important horizontal displacement. In Tertiary times, it acted as a reverse fault with a slight sinistral component (only 1 km). Therefore, the main segment of the Tizi n'Test fault zone, offsetting the Mesozoic series of the El Jadida-Agadir and El Ayoun-Tarfaya basins, which outcrops further east, near Tine Mellil, must be located south of the studied area.

## INTRODUCTION

The Tizi n'Test fault zone is one of the most important elements in the Moroccan geology in general and in that of the High Atlas in particular. It is thought to represent a major weakness zone between the mobile belt to the north (the Atlas and the Meseta), and the stable African platform (the Anti Atlas) to the south (Fig. 1), and this was emphasized by several authors, who concluded that the fault zone has played an important role since Palaeozoic times (ROD, 1962; PETIT, 1976; ARTHAUD & MATTE, 1977; PROUST *et al.*, 1977; JENNY, 1983; BINOT *et al.*, 1984; LAVILLE & PETIT, 1984; OUANAIMI, 1989). In this paper, we will focus on the southwesternmost termination, which runs within the Triassic formations of the Argana corridor. Our purpose is to set the influence of this fault on the Triassic formations during the rifting of the Central Atlantic, as it offsets the Mesozoic deposits of the El Jadida-Agadir and El Ayoun-Tarfaya basins, and during the Tertiary compressional period related to the collision of Africa and Eurasia. Previous structural in-

vestigations are few in the studied area and suggest that this fault acted as a strike-slip fault during the Triassic (LAVILLE & PETIT, 1984), and previously, during late Palaeozoic times, as a normal and then sinistral strike-slip fault (SABER, 1991, 1993).

## BRIEF REVIEW OF THE TRIASSIC SERIES

The Triassic (in fact Late Bundstanein to Early Liassic, see discussion in MEDINA, 1991) in the area consists of a thick detrital series, reaching more than 4 km, and is now classically subdivided into three formations and eight members (DUFFAUD *et al.*, 1966; TIXERONT, 1973, 1974; BROWN, 1980):

(1) The Ikakern Formation, which is subdivided into the Ait Driss conglomerates (t<sub>1</sub> and D in our figures), and the Tourbihine sandstones (t<sub>2</sub> and R).

(2) The Timezgadiwine Formation, consisting of the very thin conglomeratic Tanamert Member (not figured), the Aglegal mudstones and sandstones (t<sub>4</sub> and A), and the Irohalen sandstones (t<sub>5</sub> and I).



### Aos autores:

1. A revista *GALA* publica artigos originais, comunicações prévias ou notas breves, resumos de teses de doutoramento, mestrado ou equivalentes, no domínio das ciências geológicas, em português, inglês, espanhol, francês e italiano.
  2. Os manuscritos submetidos para publicação devem ser apresentados em disquete MS-DOS (preferencialmente em **Word for Windows**) ou APPLE MACINTOSH (preferencialmente **Word**) e ser acompanhados de 3 cópias dactilografadas em folhas "standard A4", numa só face, a dois espaços e com margens amplas. As páginas devem ser numeradas e o texto deve apresentar todas as indicações finais para impressão. A página-título deve conter: título completo, nome(s) completo(s) do(s) autor(es), endereço completo de cada autor. No caso dos resumos de teses, deve referir-se o tipo de tese e anexar ao texto uma fotocópia do respectivo frontespício.
  3. Os artigos devem ser precedidos de um resumo na língua original e em inglês ou francês, contendo os seus objectivos, resultados e conclusões. O resumo não deve exceder 200 palavras.
  4. Os nomes científicos de géneros e táxones de categoria inferior devem ser compostos em itálico ou sublinhados a lápis; as referências bibliográficas no texto devem ser compostas em maiúsculas (e.g. RIBEIRO & CABRAL, 1990). O uso de itálico, para além dos nomes científicos, bem como o espaçamento de parágrafos ou frases, deve, na medida do possível, ser evitado.
  5. As figuras devem ser de boa qualidade e estar desenhadas a negro sobre papel branco. A espessura das linhas e o tamanho das letras e dos símbolos, **devem estar adequados à redução necessária**. As fotografias para reprodução a meio tom devem ser originais de boa qualidade, esmaltadas e de máximo contraste. Todas as figuras devem estar claramente identificadas, contendo o nome do autor e o número.
  6. Todas as ilustrações são consideradas figuras, devem ser numeradas consecutivamente com algarismos árabes pela ordem da primeira referência no texto e possuir legenda descritiva. As figuras devem estar separadas do texto e o seu posicionamento aproximado neste assinalado a lápis na margem do manuscrito.
  7. As referências no texto devem ser apresentadas da seguinte forma: "Recentemente, Ribeiro & Cabral (1990) ..."; ou "Um trabalho recente (Ribeiro & Cabral, 1990) ...". No caso de existirem mais de três autores deverá usar-se *et al.* As referências devem ser apresentadas no final do manuscrito, ordenadas alfabeticamente segundo os apelidos dos autores e o ano de publicação. Na bibliografia, as referências devem ser apresentadas do seguinte modo:  
**Artigo de revista:** Ribeiro, A. & Cabral, J. (1990) - A cartografia neotectónica e o desenvolvimento regional. *Gaia*, 2: 8-10.  
**Livro:** Loeblich, A. R., Jr. & Tappan, H. (1988) - *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Van Nostrand Reinhold Comp., New York, 970 pp.  
**Capítulo:** Anderson, T. F. (1990) - Temperature from Oxygen Isotope Ratios in Briggs, D. E. G. & Crowther, P. R. (Editors), *Palaeobiology: A Synthesis*, Blackwell Sc. Pub., Oxford, pp. 403-406.  
**Tese:** Cachão, M. (1988) - Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho português. Sector Pombal-Marinha Grande. Micropaleontologia, Biostratigrafia. *Tese de Mestrado, Fac. Ciências Univ. Lisboa*, 204 pp. (inédito).
  8. Os manuscritos e toda a correspondência respeitante a **assuntos editoriais** deve ser endereçada ao Prof. Dr. A. M. GALOPIM DE CARVALHO, Director da revista *GALA*. Museu Nacional de História Natural. R. Escola Politécnica, 58. P-1294 LISBOA CODEX PORTUGAL.
  9. Os manuscritos para publicação são submetidos à apreciação da comissão editorial e/ou de especialistas idóneos. Os autores serão, na medida do possível, informados da decisão da comissão no prazo de três meses. A uniformização, composição, montagem, revisão e impressão dos textos (salvo indicação expressa dos autores) é assegurada pela comissão editorial com total respeito pela integridade dos mesmos. Os autores receberão 50 separatas (sem capa).
- Toda a correspondência respeitante à **permuta** (cartas e publicações) deve ser endereçada a CARLOS MARQUES DA SILVA, *GALA* - Permuta. Museu Nacional de História Natural (Geologia). R. Escola Politécnica, 58. 1294 LISBOA CODEX PORTUGAL.

### Notice to contributors:

1. The geosciences journal *GALA* publishes original papers on all topics of earth sciences. Papers will be accepted in Portuguese, Spanish, French, Italian or English language.
2. Manuscripts should be submitted for publication in a MS-DOS (preferably **Word for Windows**) or APPLE MACINTOSH (preferably **Word**) computer diskette accompanied of 3 copies typewritten on one side of standard A4 paper with double spacing and broad margins. The pages must be numbered and the text must be in final form for printing. The title page should contain: full title, name(s) and surname(s) of the author(s), full postal address of each author (and an indication of which author will be responsible for correspondence and reprints).
3. Manuscripts should be preceded by an abstract in the original language of the paper and in English, or French, containing a summary of the aim, the results and the conclusions of the study; the abstract should not exceed 200 words.
4. Scientific names of genera and lower rank taxa should be in italic type or singly underlined in pencil; references in the text should be in small letters (e.g. Ribeiro & Cabral, 1990); all other indications are to be left to the editors. The use of italics other than in scientific names, as well as spacing of text and phrases should be avoided.
5. Line drawings must be drawn with good quality in black ink on white paper. Lines, lettering, symbols, etc., **should be suitable for the required reduction**. Photographs intended for half-tone reproduction must be high quality glossy originals of maximum contrast. Each figure should be clearly labeled with the author's name and the figure number.
6. All illustrations are called figures and must be numbered with consecutive arabic numerals in the same sequence as their first reference in the text and have descriptive captions. Separate illustrations on a figure are identified by numbers. Figures should be kept separate from the text but an approximate position for each should be indicated in pencil in the margin of the manuscript.
7. References in the text should be cited in the following forms: "Recently, Ribeiro & Cabral (1990) ..."; or "Recent work (Ribeiro & Cabral, 1990) ...". In case of more than three authors *et al.* is to be used. References should be listed alphabetically according to author's surnames and publishing year. References should be cited as follows:  
**Journal article:** Ribeiro, A. & Cabral, J. (1990) - A cartografia neotectónica e o desenvolvimento regional. *Gaia*, 2: 8-10.  
**Book:** Loeblich, A. R., Jr. & Tappan, H. (1988) - *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Van Nostrand Reinhold Comp., New York, 970 pp.  
**Chapter:** Anderson, T. F. (1990) - Temperature from Oxygen Isotope Ratios in Briggs, D. E. G. & Crowther, P. R. (Editors), *Palaeobiology: A Synthesis*, Blackwell Sc. Pub., Oxford, pp. 403-406.  
**Thesis:** Cachão, M. (1988) - Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho português. Sector Pombal-Marinha Grande. Micropaleontologia, Biostratigrafia. *M.Sc. Thesis, Science Faculty, Lisbon University*, 204 pp. (unpublished).
8. Manuscripts and all correspondence concerning **editorial matters** should be addressed to Prof. Dr. A. M. GALOPIM DE CARVALHO, *GALA* Director. Museu Nacional de História Natural (Geologia). R. Escola Politécnica, 58. P-1294 LISBOA CODEX PORTUGAL.
9. Manuscripts are submitted to the Editorial Board and/or to idoneous referees for evaluation. Authors will generally be informed within four months whether the manuscript is accepted for publication. Authors receive a total of 50 reprints free of charge (without cover).

All correspondence (letters and publications) concerning the **publications exchange** should be addressed to CARLOS MARQUES DA SILVA, *GALA* - Exchange. Museu Nacional de História Natural (Geologia). R. Escola Politécnica, 58. P-1294 LISBOA CODEX PORTUGAL.

## ÍNDICE

### artigos

- Caracterização químico-mineralógica de amostras do complexo vulcânico das Furnas (Açores). MA-  
LHEIRO, A.M., SILVA, J.M.V. & GALOPIM DE CARVALHO, A.M. .... 1
- Superimposed compressional and extensional tectonics in the triassic formations at the southwestern ter-  
mination of the Tizi N'Test fault zone (western High Atlas, Morocco). MEDINA, F., AHMAMOU, M'F.  
& EL FARIATI, A. .... 6
- Mina de S. Domingos: contaminação por metais pesados na albufeira do Chança pela descarga de uma an-  
tiga mina de pirites de ferro cupríferas. I: análise preliminar da qualidade da água. PEREIRA, E.G.,  
MOURA, F., MOURA, I., COSTA, J.R. & MAHONY, J.D. .... 18
- Global tectonics with deformable plates. RIBEIRO, A. .... 28
- Complexo ofiolítico de Beja-Acebuches: estudo de afloramentos críticos ao longo desta sutura, situada no  
segmento sul da cadeia varisca ibérica. ROSAS, F.M., MADUREIRA, P.M., FONSECA, P.E. & RIBEI-  
RO, A. .... 36

### notas prévias

- Accurate confidence intervals for Williams's sequencing scores. AFONSO, L.A. .... 54

### resumos

- Minerais pesados: aplicação ao estudo da dinâmica da plataforma continental setentrional portuguesa.  
CASCALHO, J.P. .... 57
- Contribuição para o estudo das argilas do bordo NW da bacia terciária do Tejo entre Rio Maior e Assen-  
tiz. DIAS, M.I.M. .... 58
- Caracterização e dinâmica de sedimentos em sistemas de canais do estuário do Tejo-Cala do Norte (Por-  
tugal). FREIRE, P.M.S. .... 58
- Modelação de escoamento e determinação de parâmetros hidráulicos em meios fracturados. OLIVEIRA,  
M.J.P.M. .... 59
- Morfosedimentogénese e ambiente da ria de Mira, Aveiro-Portugal. PINTO, L.B.G. .... 59
- Gastrópodes pliocénicos marinhos de Vale de Freixo (Pombal, Portugal). Sistemática, tafonomia, paleoe-  
cologia. SILVA, C.M. .... 60
- Modelação da dinâmica sedimentar induzida pela ondulação na plataforma continental portuguesa. TA-  
BORDA, R.P.M. .... 61

