

Mineralizações auríferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões

Primary gold mineralisations in north of Portugal. Some reflexions

NORONHA, F. e RAMOS, J. M. F.

Desde tempos pré-romanos que jazigos primários de ouro no norte de Portugal têm sido alvo de explorações de maior ou menor envergadura.

Os jazigos são do tipo filoniano e podem ser predominantemente quartzosos ou mais complexos. Os filões, são sub-verticais e com direcções que se distribuem por vários grupos, ocorrem em diferentes contextos geológicos e espacialmente associados a zonas de cisalhamento dúctil (D3). Porém embora as estruturas filonianas estejam instaladas em fracturas, na sua maioria relacionadas com D3 o essencial do seu preenchimento é mais tardio e sofreu diversos episódios de deformação frágil.

Com base nas associações minerais presentes é possível definir, do ponto de vista químico-mineralógico, três tipos principais de mineralizações.

O ouro e o electrum têm, no essencial, uma expressão tardia, nomeadamente em relação aos sulfuretos principais apresentando-se em fracturas, nos limites intergranulares e em cavidades destes minerais e do quartzo.

As similitudes das diferentes ocorrências no que respeita à sua estrutura, textura e mineralogia principal sugere uma única época metalogénica aurífera. A existência de exemplos em que filões cortam quer granitos biotíticos tardi-tectónicos (Grovelas), quer metas-sedimentos do Estefaniano B-C (Valongo) leva-nos a considerá-los como pós-D3 o que é corroborado pelo facto de existir, na maioria dos casos, uma associação espacial estreita também com falhas tardias N10E a N40E (D4).

Apesar de se considerar que o essencial da deposição da mineralização aurífera é tardia ela resultou de um processo longo como o comprova a complexidade das associações químico-mineralógicas definidas.

Palabras chave: Ouro, jazigos primários, mineralizações, Portugal norte.

Since pre-roman times primary gold ore deposits in north of Portugal have been more or less exploited.

The deposits belong, essentially, to the vein type and they can be dominantly

quartzic or even more complex. Veins are subvertical and with several groups of directions, occurring in different geological settings and spatially associated to ductil shear zones (D3). However, although the veins structures are placed in fractures, mostly related to D3 (intra-westphalian in age), the essential of the vein filling is posterior and suffered several episodes of fragil deformation.

Based on the mineral associations present, it is possible to define, three types of mineralisations on the chemical-mineralogical point of view.

Gold and electrum have, in its essential, a late expression, specially on what concerns the main sulphides occurring in fractures in intergranular limits and in cavities of these minerals and quartz.

The similarities of the different occurrences concerning their structure, texture and mineralogy suggest an unique gold metallogenic epoch. The existence of cases in which veins crosscut both late-tectonic biotite granites (Grovelas) and metasediments of Stephanian B-C age (Valongo) leads us to consider them as post-D3, which is stressed by the existence of a close spatial association with late faults striking N10E to N40E (D4).

Although the essential of gold deposition is considered to be later in time, it came out from a long during process, proved by the complexity of the defined chemical-mineralogical associations.

Key words: Gold, primary deposits, mineralisation, North Portugal.

NORONHA, F. (Centro de Geologia da Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Praça Gomes Teixeira, 4000 Porto, Portugal). RAMOS, J. M. F. (I.G.G.M. Instituto Geológico e Mineiro. Rua da Amieira. S. Mamede de Infesta).

INTRODUÇÃO

Desde tempos pré-romanos que jazigos primários de Au no norte de Portugal têm sido alvo de explorações de maior ou menor envergadura. Uma importante província auro-argentífera está localizada no NW da Península Ibérica abrangendo regiões da Galiza, Astúrias, Leão, Minho, Trás-os-Montes e Beiras. Vários historiadores têm vindo a sublinhar, desde a antiguidade, a importância da Península Ibérica como fonte de minérios de metais preciosos. Hoje a situação é bastante diferente uma vez que não existem minas activas explorando jazigos primários.

A mina de Jales situada na região de Vila Pouca de Aguiar (Trás-os-Montes) foi explorada desde os tempos romanos até fins de 1992. Nela foram trabalhados filões hidrotermais de quartzo (Filões Campo e Des-

vio) N20-40E, 65NW-90-80SE. De 1983 a 1989 esta mina produziu cerca de 25 t de Au e 100 t de Ag. Em 1990 a produção de concentrados de sulfuretos auro-argentíferos foi de cerca de 1327 t, com um teor médio da ordem de 12,9 g/t, com uma relação Ag/Au de 3,6 (NEIVA & NEIVA, 1990). Alguns quilómetros a NNE de Jales, na região de Três Minas, existem imponentes explorações a céu aberto feitas em tempos romanos (Cortas de Covas, Ribeirinha e Lago Pequeno); Ribeirinha é a maior, com 350 × 110 × 100 m de altura que correspondeu a um desmonte de 9,45 Mt. e Covas com 480 × 60 × 80 m que correspondeu a uma exploração de 6,20 Mt de tal e qual.

Apesar da importância das mineralizações de Au ilustrados por estes dois exemplos não têm sido muitos os estudos sobre a metalogénese do Au em Portugal.

Entre os primeiros estudos são de referir os efectuados por NEIVA e CHOROT

(1945) em que os autores descreveram mineralizações da região do Minho e os de CERVEIRA (1947, 1952) respectivamente sobre mineralizações da Beira (Escádia Grande) e Trás-os-Montes (Freixeda-Pedra Luz). Estes autores relacionavam as mineralizações de Au com a diferenciação magmática por cristalização fraccionada de um magma granítico, de quimismo calco-alcálico, de idade Pérmica.

CERVEIRA (1952) propôs a relação genética entre as mineralizações de W e Au, sugerindo um modelo de zonalidade.

BRINK (1960) estudando a área de Vila Real-Vila Pouca de Aguiar propôs dois períodos metalogénicos: um mais precoce, auro-argentífero, relacionado com os granitos de duas micas («older granites»-308 MA) e outro mais tardio, tungstífero, relacionado com os granitos biotíticos («younger granites»-290 MA).

THADEU (1977) considera as mineralizações auríferas como sendo Hercínicas e relacionadas com os granitos Hercínicos, referindo contudo que a sua idade e o tipo de granito com que estão relacionadas são matéria de discussão.

SCHERMERHORN (1981) considera as mineralizações de Au como tendo uma idade autuniana e concretamente considera o jazigo de Jales como estando relacionado com os «younger granites».

Mais recentemente NEIVA e NEIVA (1990) e NEIVA (1992) sugerem também uma relação genética das mineralizações auríferas de Jales com fluidos hidrotermais resultantes dum processo de cristalização fraccionada de granitos de duas micas.

Também as mineralizações de Au-Sb da região de Valongo têm sido relacionadas com granitos mais concretamente com os granitos biotíticos tardi-tectónicos, não se excluindo porém a possibilidade de remobilizações de Sb e Au a partir de metassedimentos (FERREIRA, 1971; COUTO *et al.*, 1990).

MAUREL-PALACIN (1985), MAUREL-PALACIN *et al.* (1987) e ALMEIDA e NO-

RONHA (1989), relativamente às mineralizações de Pedra Luz-Freixeda sugerem o seu relacionamento com granitos de duas micas tardi a pós-tectónicos e propõem um modelo de zonalidade peribatolítica para relacionar as mineralizações de W com as de Au-Ag. Quanto à origem dos fluidos mineralizadores são a favor da hipótese de que estes seriam fluidos residuais de diferenciação magmática não excluindo a possibilidade de grandes circuitos convectivos para justificar a mobilização dos elementos metálicos.

OLIVEIRA e FARINHA (1987) e OLIVEIRA (1990) relativamente a Três Minas consideram que as mineralizações de Au estão associadas com sistemas hidrotermais de carácter silicioso e não rejeitam a possibilidade destas ocorrências estarem relacionadas com processos sedimentares antigos (paleoplacers?).

SOUSA e RAMOS (1991) relativamente às mineralizações auríferas da região de Tabuaço-Penedono referem uma certa relação espacial dessas mineralizações com as de W e que a presença de certos elementos químicos, em ambos os tipos de estruturas mineralizadas, sugerem uma contaminação dos fluidos mineralizadores auríferos com fluidos de origem granítica propondo como fonte provável dos fluidos auríferos rochas básicas e intermédias anteriores à intrusão dos magmas graníticos.

É com base nos estudos anteriormente referidos e nos dados obtidos na sequência dos trabalhos levados a cabo pelos autores para a elaboração da carta de ocorrências e explorações minerais da Folha 1 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000 e respectiva notícia explicativa que se apresentam algumas reflexões sobre as mineralizações auríferas primárias ocorrentes no N de Portugal.

GEOLOGIA

As ocorrências de mineralizações auríferas primárias são predominantemente do tipo

filoniano, com ganga quartzosa ou mais complexa e neste caso o quartzo associa-se a material mais antigo, de natureza aplito-pegmatítica, constituindo filões com aspecto zonado. Contudo devemos sublinhar o caso particular de Três-Minas pois neste exemplo a estrutura mineralizada não corresponde, no essencial, a filões mas a níveis de rochas metassedimentares com forte silicificação.

A distribuição espacial das mineralizações não é aleatória sendo notória a sua associação a grandes zonas de cisalhamento dúctil (Sin-D3) (IGLESIAS e CHOUKROUNE, 1980; IGLESIAS e RIBEIRO, 1981 e GOUANVIC *et al.*, 1981) (Fig. 1). De entre estas são de referir: (i)—a do sulco carbonífero Dúrico-Beirão (com as ocorrências de Monte Faro, Lagoa Negra e Valongo); (ii)—a de Vigo-Régua-Penedono (Arga, Portela das Cabras, Resende e Penedono); (iv)—a de Peneda-Borralha-Gralheira (Cerdeira, Gralheira e Três-Minas); (v)—a de Vivero-Ifanes (França). Deve contudo sublinhar-se a existência de outros alinhamentos nomeadamente os NE-SW (Portela das Cabras, Grovelas, Muia e Entre Ambos os Rios), os N20E, sub-paralelos às grandes falhas D4 Régua-Verin (Jales, Gralheira, Três Minas, Vale de Campo e Carvela) e de Vilarça (França e Freixeda) bem como da existência de jazigos em zonas de intersecção de dois alinhamentos (Jales, França, Portela das Cabras) (Fig. 2).

Os filões mineralizados ocorrem em diferentes contextos geológicos podendo a rocha envolvente ser de diversos tipos:

1. Granitos biotíticos tardi a pós-tectónicos (Grovelas, Vila Nova da Muia);
2. Granitos de duas micas sintectónicos (Melgaço, Entre-Ambos-os-Rios, Monte Faro, Jales, Penedono);
3. Rochas metassedimentares paleozoicas (Arga, Portela das Cabras, Cerdeira, Gralheira, Três-Minas, Vale de Campo, Vale de Égua, Velhaquinhas, Penabeice, Freixeda, Valongo).

Temos assim, essencialmente a distinguir as ocorrências encaixadas em rochas graníticas de diferentes tipos (FERREIRA *et al.*, 1988), ou em rochas de natureza metasedimentar, de idade ante-ordovícica a carbónica (Estefaniano B-C) no caso de Valongo e ordovícica e/ou silúrica em todos os restantes.

Os filões mineralizados são subverticais e com direcções que se distribuem pelos seguintes grupos (Fig. 3):

N40E a N70E (Portela das Cabras, Grovelas, V.N. Muia, Entre-Ambos-os Rios, Penedono, Freixeda, Valongo);

N20E a N40E (Jales, Velhaquinhas, Vale de Campo, Vale de Égua, Penabeice).

N100E a N130E (Melgaço, Cerdeira, Três-Minas, Gralheira).

N20W a N20E (Arga, V.N. Muia).

Embora os jazigos primários de ouro no Norte de Portugal ocorram espacialmente associados a zonas de cisalhamento dúctil (D3), as estruturas filonianas apresentam sempre sinais de terem sido afectadas por diversos períodos de deformação, sendo evidente em alguns exemplos que o regime de deformação variou de dúctil-frágil a frágil e que o essencial do seu preenchimento é tardio relativamente a D3.

A existência de exemplos em que filões cortam quer granitos biotíticos tardi-tectónicos (Grovelas), quer metassedimentos do Estefaniano B-C (Valongo) leva-nos a considerá-los como pós-D3 o que é corroborado pelo facto de existir, na maioria dos casos, uma associação espacial estreita também com falhas tardias N10E a N40E (D4).

MINERALOGIA

Foram efectuados estudos ao microscópio metalográfico e à microsonda electrónica tendo em vista a obtenção de dados complementares, aos obtidos por outros autores e publicados em alguns dos trabalhos já re-

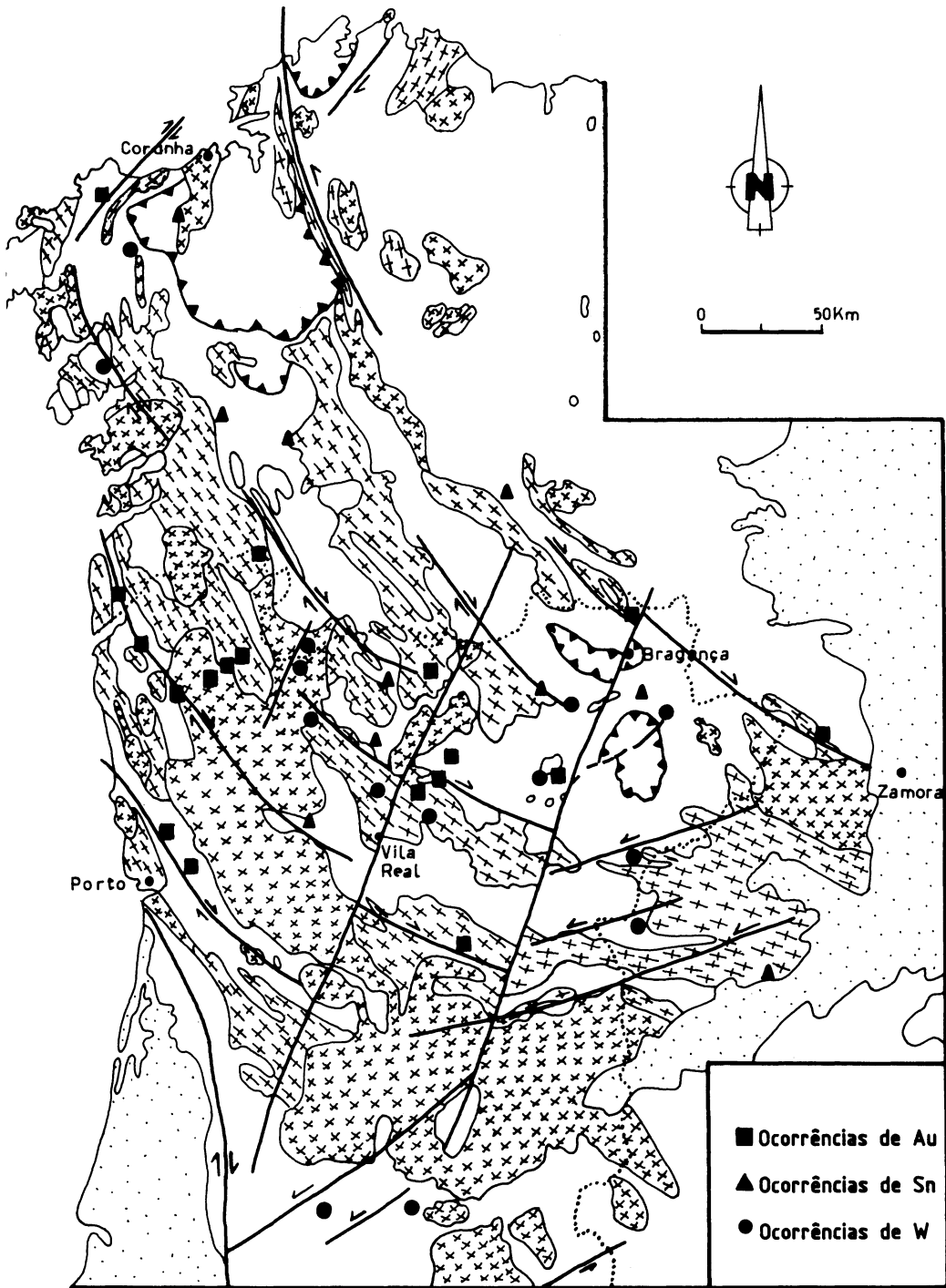
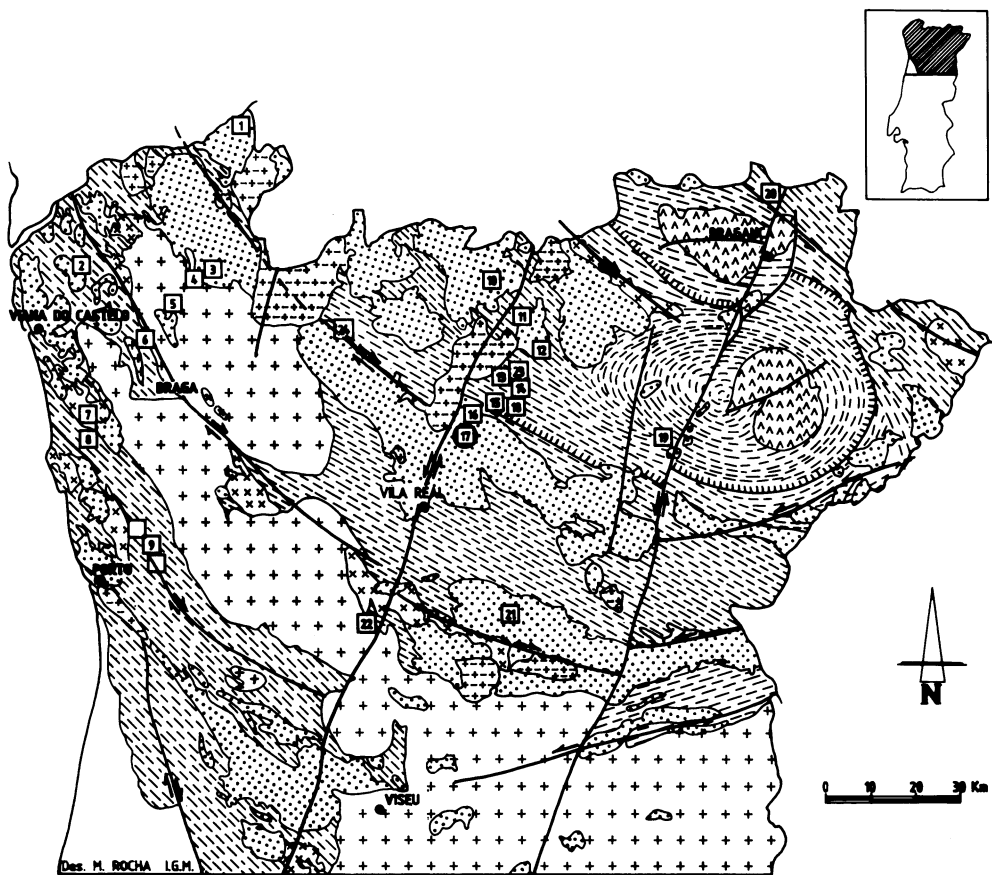


Fig. 1. Distribuição das principais ocorrências de ouro, estanho e tungstênio na região noroeste da Península Ibérica.



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---|--|---|--|----|--|-----|--|----|--|---|--|----|--|-----|--|------|
| 1 - MELGAÇO | 12 - ARGERIZ | <table border="0"> <tr><td></td><td>I</td></tr> <tr><td></td><td>II</td></tr> <tr><td></td><td>III</td></tr> <tr><td></td><td>IV</td></tr> <tr><td></td><td>V</td></tr> <tr><td></td><td>VI</td></tr> <tr><td></td><td>VII</td></tr> <tr><td></td><td>VIII</td></tr> </table> | | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | VIII |
| | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | II | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | III | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | IV | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | VI | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | VII | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | VIII | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 - AIRGA | 13 - VELHAQUINHAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 - ENTRE AMBOS OS RIOS | 14 - VALE DE CAMPO E VALE DE ÉGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 - MIÚA | 15 - TRÊS MINAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 - GROVELAS | 16 - GRALMEIRA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 - PORTELA DAS CABRAS | 17 - JALES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 - MONTE FARO | 18 - PENABEICE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 - LAGOA NEGRA | 19 - FREIXEDA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 - VALONGO | 20 - FRANÇA | 23 - JOGADOURO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - POÇO DA FREITA | 21 - PENEDONO | 24 - CERDEIRA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 - CARVELA | 22 - RESENDE | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 2. Distribuição das principais ocorrências de ouro no norte de Portugal (1 a 22).
 Legenda: I—Sedimentos Meso-Cenozoicos; II—Granitos biotíticos pós-D3; III—Granitos biotíticos tardi- e tardi a pós-D3; IV—Granitos de duas micas sin-D3; V—Granitos biotíticos sin-D3; VI—Complexos polimetamórficos de Bragança e Morais; VII—Rochas metassedimentares; VIII—Cisalhamentos.

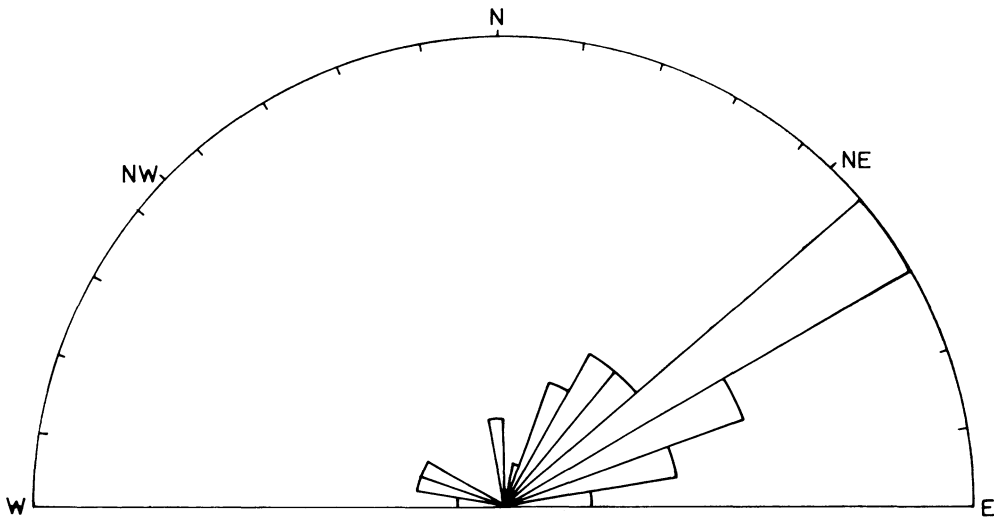


Fig. 3. Diagrama de frequências das orientações das estruturas mineralizadas.

feridos, relativos à mineralogia das diferentes ocorrências.

Com base nas associações minerais presentes, que se encontram esquematizadas no Quadro I, é possível definir nas estruturas mineralizadas vários estádios de deposição: um estádio mais precoce caracterizado pela associação de óxidos e silicatos entre os quais rútilo, feldspatos, cassiterite, e volframite; um estádio ferro-arsenífero caracterizado principalmente pela associação de arsenopirite, pirite e bismutinite; um estádio intermédio zinco-cuprífero caracterizado pela associação da calcopirite com a blenda e finalmente dois estádios mais tardios, o plumbo-antimonífero caracterizado pela ocorrência de galena e sulfossais e o antimoniífero caracterizado pela associação de antimonite e bertierite.

As formas de ocorrência do ouro são diversas: sob a forma de ouro nativo (pobre em Ag) geralmente em inclusões nos sulfuretos do estádio ferro-arsenífero e sob a forma de electrum, com teores variáveis de Ag, quase sempre nos espaços intergranulares, em fracturas e em cavidades dos sulfuretos e na ganga quartzosa.

Com base nas associações presentes é possível definir do ponto de vista químico-mineralógico três tipos principais de ocorrências: um caracterizado pela associação As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn) que corresponde a uma associação mineralógica principal de arsenopirite-pirite-bismutinite-bismuto-ouro-electrum-(tungstato-cassiterite-estante-molibdenite-calcopirite-blenda-galena-sulfossais) que ocorre em Portela das Cabras, V.N. Muia, Entre-Ambos-os-Rios, Grovelas, Melgaço, Penedono; outro pela associação As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag-(Sb-Cd) que corresponde à associação arsenopirite-pirite-galena-calcopirite-blenda-ouro-electrum-(sulfossais), que ocorre em Arga, Vale de Campo, Vale de Ògua, Velhaquinhas, Penabeice, Gralheira, Valongo; um terceiro caracterizado pela sobreposição dos dois tipos precedentes, e que corresponde à associação mais complexa que ocorre em Jales, Freixeda, Três-Minas e Valongo.

A seguir ao quartzo a arsenopirite é o mineral mais importante e apresenta composições muito variáveis. Com base em análises efectuadas à microsonda Camebax,

QUADRO I. Associações minerais de jazidas auríferas.

		Valongo	Arga	Portela das Cabras	Grovelas	Mula	Meigaço	Penedono (S. António)	Jales	Vale de Campo	Freixeda
		9	2	6	5	4	1	21	17	14	19
	Zircão		v	v	v	v	v	v	v		
	Rútilo			v	v	v	v	v	v		v
	Aibite							v	x		
	Microclina		v	v	v	v	v	v	x		v
	Cassiterite	v							v		
	Volframite	v						x	x		
	Scheelite				v		v	x	v		x
Estádio Ferro- -Arsenífero	Pirrotite	x	x	x	x		x	x	x	x	x
	Arsenopirite	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
	Pirite	xxx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xxx	xx
	Bismuto					x	x	x	v		v
	Bismutinite			x		x	x	x	v		v
Ouro	x		x	x	x	x	x	x		x	
Estádio Zinco-cuprífero	Blenda	xx	x				x	x	xx	x	x
	Calcopirite	x	x	x			x	x	xx	xx	x
Estádio Plumbo- -Antimonífero	Galena	v	xx		xx		v	xx	xx	xxx	xx
	Bolangerite	v									x
	Estanite	x							v		v
	Tungstite			v							
	Bourmonite	v							v		x
	Jamesonite	xx							v		x
	Tetraedrite	x			x					v	x
	Electrum	x	x		x			x	x	x	x
	Arsenopirite	x	x					x	x		x
	Pirite	x	x		x		x	x	x		x
Marcasite				x		x	x	x		x	
Greenokite		v									
Estádio Antimonífero	Antimonite	xxx									
	Berthierite	xx									
	Electrum	x									

v-vestígios x-pouco abundante xx-abundante xxx-mt.abundante

operando a 15 kV e 20 nA, bem como em dados recolhidos da bibliografia, mas obtidos em idênticas condições, apresentam-se no Quadro II as composições de arsenopirites de diferentes jazidas auríferas bem como, a título comparativo, outras de jazidas não auríferas. A sua composição revela, contudo, uma boa correlação negativa no que respeita aos seus teores em As e S (Fig. 4). Função destes teores as arsenopirites, das jazidas auríferas, distribuem-se por dois grupos principais.

1. Ricas em S (20,0 a 23,5) e pobres em As (39,5 a 44,5);

2. Mais ricas em As (44,5 a 46,0) e menos ricas em S (19,0 a 20,5);

De sublinhar que o primeiro grupo, que corresponde a arsenopirites de mais baixa temperatura, está representado nos exemplos em que as concentrações de ouro foram mais importantes (Jales, Freixeda e Três-Minas) e ainda nos exemplos em que ocorre, predominantemente, o segundo tipo de associação mineralógica (Arga e Valongo). Ao segundo grupo corresponde uma composição intermédia isto se se considerar, como referência, a composição de arsenopirites ($S < 19,0$ e $As > 46,0$) associadas a jazidas não auríferas com cassiterite e/ou tungstatos (Jogadouro e Vale de Figueira).

DISCUSSÃO

O papel que as «shear zones» desempenham no controle de numerosos jazigos de ouro tem sido sublinhado por numerosos autores nomeadamente por BONNEMAISON e MARCOUX (1990). A ocorrência de mineralizações em «shear zones» constitui o produto final duma evolução complexa composta de sucessivas etapas e cuja resultante é um progressivo enriquecimento em ouro, concomitantemente com uma variação de regime de P e T entre estruturas de 1.^a e 2.^a ordem, regime esse responsável pela migração de fluidos e deposição de

ouro e em que a deformação evolui de dúctil para frágil.

O modelo de evolução preconizado por BONNEMAISON e MARCOUX envolve três estádios distintos de evolução geralmente com aumento do teor em Au em cada etapa: (i) um estágio precoce caracterizado fundamentalmente pela formação de sulfuretos auríferos resultantes de uma acção combinada da deformação e circulação hidrotermal e onde as zonas auríferas são normalmente marcadas por intensa cloritização que implica a neoformação de vários minerais nomeadamente de rútilo; (ii) um estágio intermédio caracterizado pelo aparecimento de ouro livre muito puro ($< 15\%$ de Ag) associado a sulfuretos ou a quartzo sacaróide resultante da deformação de quartzos leitosos mais precoces; (iii) um estágio final caracterizado pela formação de grãos de ouro e/ou electrum por vezes em grãos desenvolvidos que ocorrem em fracturas tardias, «extension cracks», originadas durante episódios distensivos tardi-tectónicos.

Nos casos estudados é notória a presença de diferentes estádios, nomeadamente o estágio intermédio e o estágio final não se tendo constatado evidências nítidas da existência do estágio mais precoce, por nunca se ter detectado a presença de pirrotites nem de arsenopirites auríferas, embora tenhamos em algumas ocorrências detectado a presença de rútilo, aliás também descrito por NEIVA e NEIVA (1982) para o caso de Jales;

—ao estágio intermédio corresponderiam dois episódios distintos: (i) um em que se formaram as estruturas hospedeiras que nos casos estudados correspondem a filões simples de quartzo leitoso ou filões complexos de aplitopegmatitos e quartzo; (ii) outro que coincide com o que designamos por estágio ferro-arsenífero caracterizado pela ocorrência de ouro, principalmente associado a arsenopirites com composição intermédia por sua vez associadas a quartzos recristalizados com textura sacaróide. Os fluidos

QUADRO II. Composição das arsenopirites.

Portela das Cabras			As II		Grovelas		Muía		E.A.Rios		Arga		Melgaço		M.Faro					
	As I n=6	d.p.	n=2	d.p.	n=8	d.p.	n=18	d.p.	n=13	d.p.	n=23	d.p.	As I n=6	d.p.	As II n=17	d.p.	As I n=20	As II n=14		
As	45,05	0,33	41,58	0,30	44,96	0,37	44,76	0,27	44,78	1,11	42,36	0,69	47,45	0,95	45,21	0,41	46,91	0,78	44,56	0,63
S	19,37	0,32	21,90	0,09	19,75	0,39	19,68	0,25	19,42	0,61	21,57	0,67	18,63	0,72	19,74	0,27	19,07	0,56	20,09	0,24
Fe	35,24	0,10	35,92	0,28	35,19	0,44	35,69	0,56	35,38	0,49	36,07	0,51	33,38	0,40	34,81	0,33	34,54	0,45	35,20	0,38

Vale de Campo (1)			Vale de Água (1)		Três Minas (1)		Jogadouro (1)		Velhaquinhas (1)		Cerdara (1)			
	n=59	d.p.	n=54	d.p.	n=20	d.p.	n=20	d.p.	n=49	d.p.	n=49	d.p.	n=51	d.p.
As	44,02	1,26	44,37	0,84	45,27	0,84	42,50	0,75	46,26	1,26	45,38	0,95	44,71	0,98
S	20,64	1,02	20,13	0,62	19,77	0,27	21,32	0,46	18,67	0,85	19,87	0,66	20,61	0,52
Fe	39,67	0,43	35,61	0,32	35,14	0,35	35,32	0,33	34,64	0,68	34,91	0,87	35,05	0,71

	Jales (2)			Penedono (3)			Valongo (4)	Freixeda (5)	Pedra Luz (5)	V.Figueira (6)
	E	E	A	Ferronha	S.António	Dacotim				
As	41,27	45,1	39,72	n=102 43,7	n=95 44,9	n=66 45,3	42,4	42,4	45,6	47,6
S	22,34	19,56	23,41	20,9	19,9	19,4	21,1	22,2	19,6	19,1
Fe	36,09	35,59	36,51	35,4	35,2	35,1	35,7	34,4	33,7	31,6

(1) Noronha et al. 1993

(2) Neiva e Neiva 1990

(3) Sousa e Ramos 1991

(4) Couto et al 1990

(5) Maurer-Palacin 1985

(6) Sousa e Ramos 1987

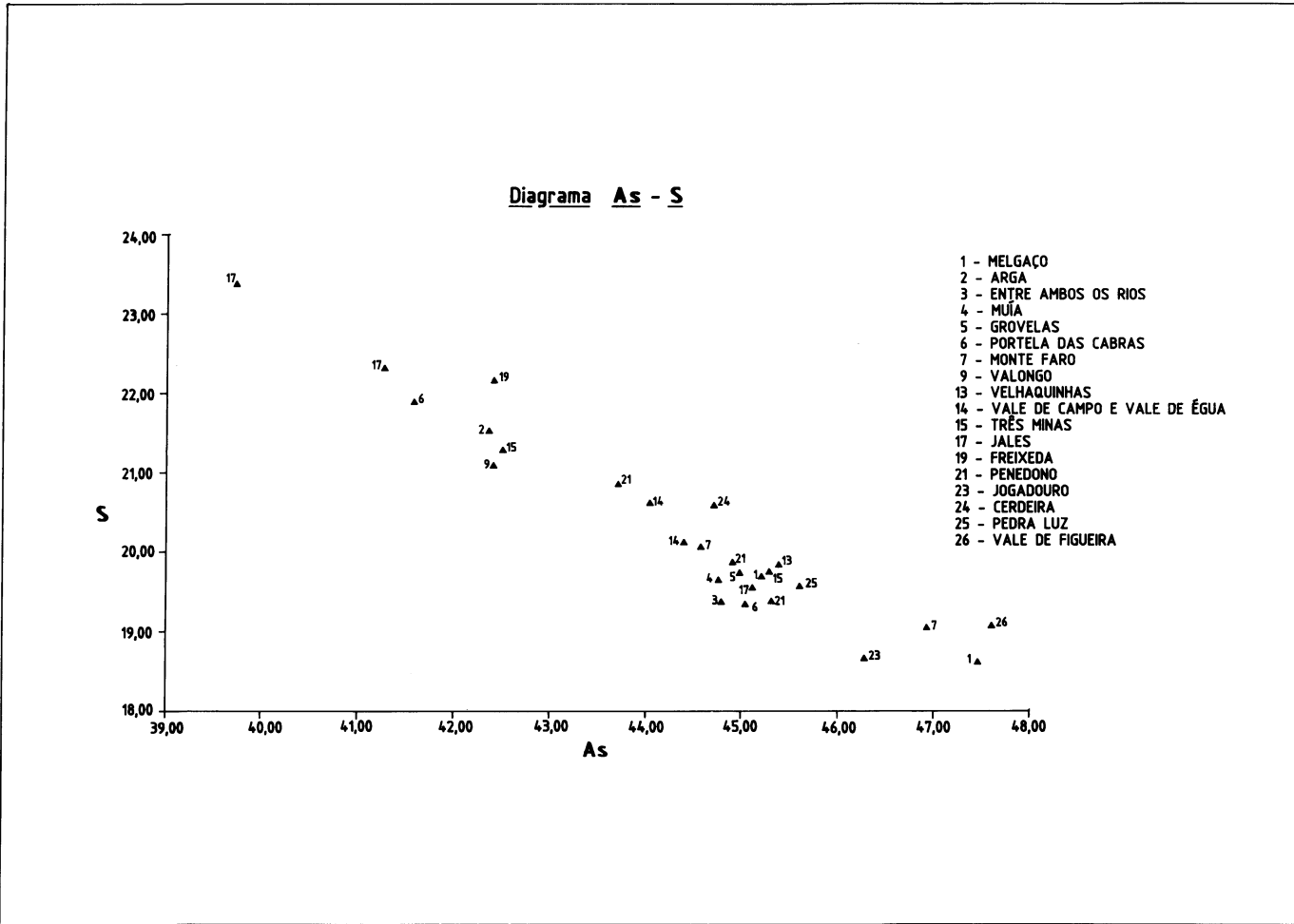


Fig. 4. Composição das arsenopirites. Diagrama As-S (% em peso).

associados à formação destes últimos quartzos revelam-se mais aquosos que os dos quartzos leitosos mais precoces que são fluidos aquocarbónicos (DÓRIA *et al.*, 1991; NORONHA *et al.*, 1993).

—o estágio final caracteriza-se pela ocorrência de electrum em fracturas ou espaços intergranulares associados a minerais do grupo plumbo-antimonífero.

Contudo a esta evolução, que podemos identificar como associada à evolução da própria «shear zone», teremos de acrescentar uma outra, espaço-temporal, ligada a processos epirogénicos tarditectónicos (CATHELIN *et al.*, 1993) que pode justificar os três tipos principais de ocorrência sob o ponto de vista químico-mineralógico, atrás definidos:

(i) quando só está bem representado o estágio ferro-arsenífero As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn), associado aos minerais silicatados e óxidos do estágio mais precoce, isso indica que a mineralização se formou num nível estrutural relativamente mais profundo e que a estrutura não «migrrou» para níveis mais altos, factos que apontam para teores de Au mais fracos e para um processo mineralizante mais curto;

(ii) quando estão presentes além do estágio ferro-arsenífero os estádios zinco-cuprífero e plumbo-antimonífero, As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag-(Sb-Cd), isso significa processos de deposição concomitantes com uma tectónica epirogénica que determinou um «telescoping» de paragénese de diferentes temperaturas e que implica uma obliteração de paragénese mais precoces. Ao contrário da situação precedente estes exemplos indicam um processo hidrotermal mais longo e teores de Au geralmente mais importantes.

As similitudes das diferentes ocorrências no que diz respeito à sua estrutura textura e mineralogia principal sugere uma única época metalogenética aurífera.

A existência de mineralizações, controladas por estruturas frágeis, que cortam

quer os metassedimentos do Estefaniano B-C (Valongo), quer granitos de duas micas sintectónicos e sin- a tarditectónicos (Penedono e Jales) quer ainda granitos biotíticos tarditectónicos (Grovelas) indica que o processo se prolongou, pelo menos, até ao Estefaniano superior o que sugere um papel relevante para as fases de deformação frágil mais tardias nomeadamente as responsáveis pelos sistemas de fracturação NNW-SSE a NNE-SSW (sin-D4), sistemas estes que foram aproveitados para a instalação dos granitos pós-tectónicos; este último facto associado ao da inexistência de mineralização de Au no interior dos granitos pós-tectónicos sugere que estas sejam anteriores a eles, não sendo contudo de excluir o papel destes granitos (280-270 m.a.), como fonte de calor activadora de circuitos hidrotermais mineralizantes.

Isto é, as mineralizações de ouro resultaram de um processo hidrotermal longo e tudo indica que os processos de deposição e/ou concentração perduraram, em alguns casos, pelo menos desde cerca dos 300 aos 280 m.a.

Por outro lado, embora existam mineralizações de tungsténio relacionadas com granitos sin- a tarditectónicos, os principais jazigos deste metal (Panasqueira e Borralha) estão espacial e geneticamente relacionados com granitos pós-tectónicos (NORONHA, 1988) o que leva a considerar que os principais processos metalogénicos que conduziram às concentrações de ouro e de tungsténio são independentes.

CONCLUSÕES

Embora os jazigos primários de ouro no Norte de Portugal ocorram espacialmente associados a zonas de cisalhamento dúctil (D3), as estruturas filonianas apresentam sempre sinais de terem sido afectadas por diversos períodos de deformação, sendo evidente em alguns exemplos que o regime de deformação variou de dúctil-frágil a frágil e

que o essencial do seu preenchimento é posterior a D3.

Com base nas associações minerais presentes é possível definir do ponto de vista químico-mineralógico três tipos principais de ocorrências: um caracterizado pela associação As-Fe-Bi-Au-Ag-(W-Mo-Sn-Cu-Pb-Zn); outro pela associação As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag-(Sb-Cd); e um terceiro caracterizado pela sobreposição dos dois tipos precedentes, e que corresponde à associação mais complexa na qual também se verifica a existência de várias gerações de arsenopirite com composições distintas.

Associada a uma evolução estrutural,

que podemos identificar como relacionada com uma evolução da própria «shear zone», teremos de acrescentar uma outra, espaço-temporal, ligada a processos epigénicos tarditectónicos que pode justificar a sobreposição espacial de diferentes tipos de associações minerais e a existência de teores de ouro mais elevados.

As mineralizações de ouro resultaram de um processo hidrotermal longo e tudo indica que os processos de deposição e/ou concentração perduraram, em alguns casos, pelo menos desde cerca dos 300 aos 280 m.a. e são, no essencial, independentes das de tungsténio.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. & NORONHA, F. (1988). Fluid associated with W and Au-Ag deposits of the Mirandela area, NE Portugal: an example of peri-granitic zoning. *Bull. Mineral.*, 111, 331-341.
- BRINK, A. H. (1960). Petrology and geology of the Vila Real-Sabrosa-V.P. Aguiar region, northern Portugal. *Com. Serv. Geo. Portugal*, T. 43.
- BONNEMAISON, M. & MARCOUX, E. (1990). Auriferous mineralization in some shear-zones: a three stage model of metallogenesis. *Min. Deposita*, 25, 96-104.
- CATHELINÉAU, M., BOIRON, M. C., ESSARAJ, S., DUBESSY, J., LESPINASSE, M. & POTY, B. (1993). Fluid pressure variations in relation to multistage deformation and uplift: a fluid inclusion study of Au-quartz veins. *Eur. J. Mineralogy*, 5, 107-121.
- CERVEIRA, A. (1947). Notas sobre uma mina de ouro da serra da Louzã. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, VI, 3, 245-254.
- CERVEIRA, A. (1952). Relações entre os jazigos hipogénicos portugueses de ouro e tungsténio. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 10, 133-144.
- COUTO, H., ROGER, G., MOELO, Y. & BRIL, H. (1990). Le district a antimoine-or Dúrico-Beirão Portugal: Evolution paragenétique et géochimique; implications métallogéniques. *Min. Deposita*, 25 (supp.), 69-81.
- DORIA, A., BOIRON, M. C. & NORONHA, F. (1991). Metamorphic fluids in quartz veins and their surroundings. An example of an Au district of northern Portugal. *Plinius*, 5, 60-61.
- FERREIRA, M. R. PORTUGAL (1971). Jazigos uraníferos portugueses. Jazigos de Au-Ag sulfuretos do Norte de Portugal. *Livro guia da excursão n.º 5*, I. C.H.L.A.G.E. Lisboa.
- FERREIRA, N., IGLESIAS, M., NORONHA, F., PEREIRA, E., RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1987). Granitoides da zona Centro-Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In: Geologia de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico, *Libro homenaje a L. C. Garcia de Figuerola*, 37-51, Ed. Rueda, Madrid.
- GOUANVIC, Y., COURRIOUX, G. & OVEJERO, G. (1981). Contrôle structural de la répartition des indices d'or filoniens du nord ouest de la Péninsule Ibérique. *Cuad. Geologia Iberica*, 7, 353-367.
- IGLESIAS, M. & CHOUKROUNE, P. (1980). Shear zones in the Iberian arc. *Journ. Struc. Geol.*, 1, 2, 63-68.
- IGLESIAS, M. & RIBEIRO, A. (1981). Zones de cisaillement ductile dans l'arc Ibero-Armoricain. *Com. Serv. Geol Portugal*, 67, 85-87.
- MAUREL-PALACIN, D. (1985). Étude des filons polymétalliques (W, Au, Ag...) au sud de Mirandela (Trás-os-Montes Portugal). Relations avec les granites. Thèse de 3.º cycle, Univ. P. M. Curie (Paris VI), *Mémoire des Sciences de la Terre* n.º 85-01, 214 pp.
- MAUREL-PALACIN, D., NORONHA, F. & ROGER, G. (1987). Les massifs granitiques de Santa Comba da Vilarça et de Pedra Luz (Trás-os-Montes, Portugal) et les mineralisations associées. *Universidade do Porto, Faculdade de Ciências, Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico*, Memórias n.º 1, 303-336.
- NEIVA, A. M. R. (1992). Geochemistry and evolution of Jales granitic system, northern Portugal. *Chem. Erde*, 52, 225-241.
- NEIVA, J. M. C. & CHOROT, J. L. PASTORA (1945). Alguns jazigos de ouro do alto Minho. *Est. Not. Trab.*, I, 3 e 4, 190-265.
- NEIVA, J. M. C. & NEIVA, A. M. R. (1990). The gold area of Jales (northern Portugal). *Terra Nova*, 2, 243-254.
- NORONHA, F. (1988). Mineralizações. *Geonovas*, 10, 37-54.
- NORONHA, F., DORIA, A., RIBEIRO, M. A. & NOGUEIRA, P. (1993). Gold mineralizations on the Vila Pouca de Aguiar metasedimentary area. Centro de Geologia da Universidade do Porto. Relatório 19 pp.
- OLIVEIRA, J. M. S. (1990). Geological, mineralogical and lithochemical studies in the Gois and Vila Pouca de Aguiar-Vila Real region, Portugal. *Est. Not. Trab.*, D.G.G.M., 32, 35-75.
- OLIVEIRA, J. M. S. & FARINHA, J. A. (1987). Estudos de geoquímica aplicada na região aurífera vizinha de Três Minas (Vila Pouca de Aguiar, Norte de Portugal). *Est. Not. e Trab. D.G.G.M.*, 29, 3-25.
- SCHERMERHORN, L. J. C. (1981). Framework and evolution of hercynian mineralization in the Iberian meseta. *Leids Geol. Med.*, 52, 1, 23-56.
- SOUSA, M. B. & RAMOS, J. M. F. (1987). Mineralogia e geologia da jazida estanífera de Vale de Figueiras (Covelinhas, Peso da Régua, NE Portugal). *Mem. Not. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 103, 13-32.
- SOUSA, M. B. & RAMOS, J. M. F. (1991). Características geológico-estruturais e químico-mineralógicas das jazidas auríferas da região de Penedono-Tabuaço (Viseu-Portugal). *Est. Not. e Trab. D.G.G.M.*, 33, 71-96.
- THADEU, D. (1977). Hercynian paragenetic units of the portuguese part of the hesperic massif. *Bol. Soc. Geol Portugal*, 20, 247-276.

Recibido, 3-II-93
Aceptado, 26-V-93