



Prospecção de granitos ornamentais na região de Castelo de Paiva-Cinfães (NW de Portugal)¹

Exploration of ornamental granites in the Castelo de Paiva-Cinfães region (NW of Portugal)

PAULO BRAVO SILVA

Neste trabalho, apresentam-se os resultados de uma campanha de prospecção desenvolvida pela Empresa Carbonífera do Douro, no maciço granítico aflorante nos Concelhos de Castela de Paiva e Cinfães, com vista à implantação de unidades industriais de exploração de rocha ornamental.

Faz-se referência à metodologia empregue neste tipo de prospecção, procurando-se realçar os principais condicionalismos de ordem geológica e estrutural, que determinam a qualidade dos afloramentos prospectados.

Palavras chave: Rochas ornamentais, granitóides, litologías, reconhecimento geológico, fracturação, exploração.

Providing the implantation of industrial extracting unities of ornamental rocks, the Empresa Carbonífera do Douro has developed geological prospection in the granitic massif of Castelo de Paiva and Cinfães (NW of Portugal).

The most adequate methods for this type of prospection are pointed out in brief, with emphasis on the geological and structural aspects which determine the rock quality.

Key words: Ornamental rocks, granitoids, lithologies, geological survey, fracturation, exploitation.

PAULO BRAVO SILVA (Empresa Carbonífera do Douro, S. A. Germude. Pedorido Apdo. 14. 4550 Castelo de Paiva, Portugal).

(1) Texto baseado na comunicação poster apresentada na XIII Reunión de Xeoloxía e Minería do NO Peninsular. «Rocas Graníticas del Hercínico». (Coruña, España, Novembro, 19-23, 1991).

ENQUADRAMENTO GEOLOGICO

O maciço granítico de Castelo de Paiva-Cinfães faz parte de uma faixa de granitóides hercínicos, de orientação NW-SE, que se estende desde a Galiza e Minho Central, até às Beiras e Alentejo (Fig. 1). É constituído por granitos sin-orogénicos, biotíticos, com plagioclase cálcica e seus derivados (FERREIRA, 1989).

Segundo a classificação de rochas graníticas da Zona Centro-Ibérica (Z. C. I.), proposta por FERREIRA *et al.*, 1987, o presente grupo de granitoides forma uma intrusão de três séries, consoante a intensidade da deformação impressa nas suas texturas, sendo a sua distribuição espacial relacionada com os grandes cisalhamentos dúcteis da Z. C. I.:

- 1.— Série Precoce (Ante a Sin-F3 Hercínica).
- 2.— Série Intermedia (Sin a Tardi-F3 Hercínica).
- 3.— Série Tardia (Tardi a Pós-F3 Hercínica).

Na região de Castelo de Paiva-Cinfães, a Série Precoce está ausente, aflorando apenas em Resende (Lamego), nas proximidades do cisalhamento de Vigo-Régua. Os granitos da Série Intermédia distribuem-se em largas faixas, lateralmente aos cisalhamentos do Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão e de Vigo-Régua, ao passo que os granitos da Série Tardia constituem uma série intrusiva na anterior, ocupando a porção mais interna entre as zonas de cisalhamento citadas (Fig. 1). A instalação desta última série de granitoides é, também, controlada por sistemas de fracturas frágeis conjugadas, de orientações, NW-SE e NE-SW.

METODOLOGIA DE PROSPECÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

À prospecção de rochas graníticas para fins ornamentais reveste-se de condicionamentos muito específicos, tendo em conta,

sobretudo, a obtenção de blocos de grandes dimensões (vários metros cúbicos) e de boa qualidade estética.

Em termos muito sumários, podem-se citar os seguintes métodos geológicos a utilizar neste tipo de prospecção:

Cartografia Geológica

A utilização industrial de um determinado litótipo granítico é função das suas características texturais e composição petrográfica. Deste modo, a análise de uma carta geológica detalhada, deverá permitir a definição dos vários litótipos graníticos aflorantes no maciço, bem como a sua correspondência com as «fácies» comerciais susceptíveis de exploração na área considerada (Fig. 2)

Fotogeologia

A interpretação estereoscópica da fotografia aérea da região, á escala adequada (1/15000, por exemplo), permite efectuar uma selecção preliminar de zonas potencialmente mais favoráveis à exploração. Definem-se, assim, os grandes acidentes tectónicos regionais e fracturas associadas, na tentativa de delimitar compartimentos interfalhas, cuja densidade de fracturação, seja manifestamente inferior. Por outro lado, localizam-se igualmente as zonas de topografia mais adequada, as vias de acesso existentes e a proximidade de povoações vizinhas. A geomorfologia da região poderá também ser previamente analisada, com o recurso à fotointerpretação, optando-se sempre pela situação geomorfológica de morro ou cabeço, em virtude da menor densidade de fracturação aí corrente e, conseqüentemente, da menor espessura de terrenos de cobertura estéril.

Reconhecimento Geológico de Superfície

Deverá constar da observação dos afloramentos previamente seleccionados em fotografia aérea, incidindo essencialmente na caracterização de cada tipo litológico quanto

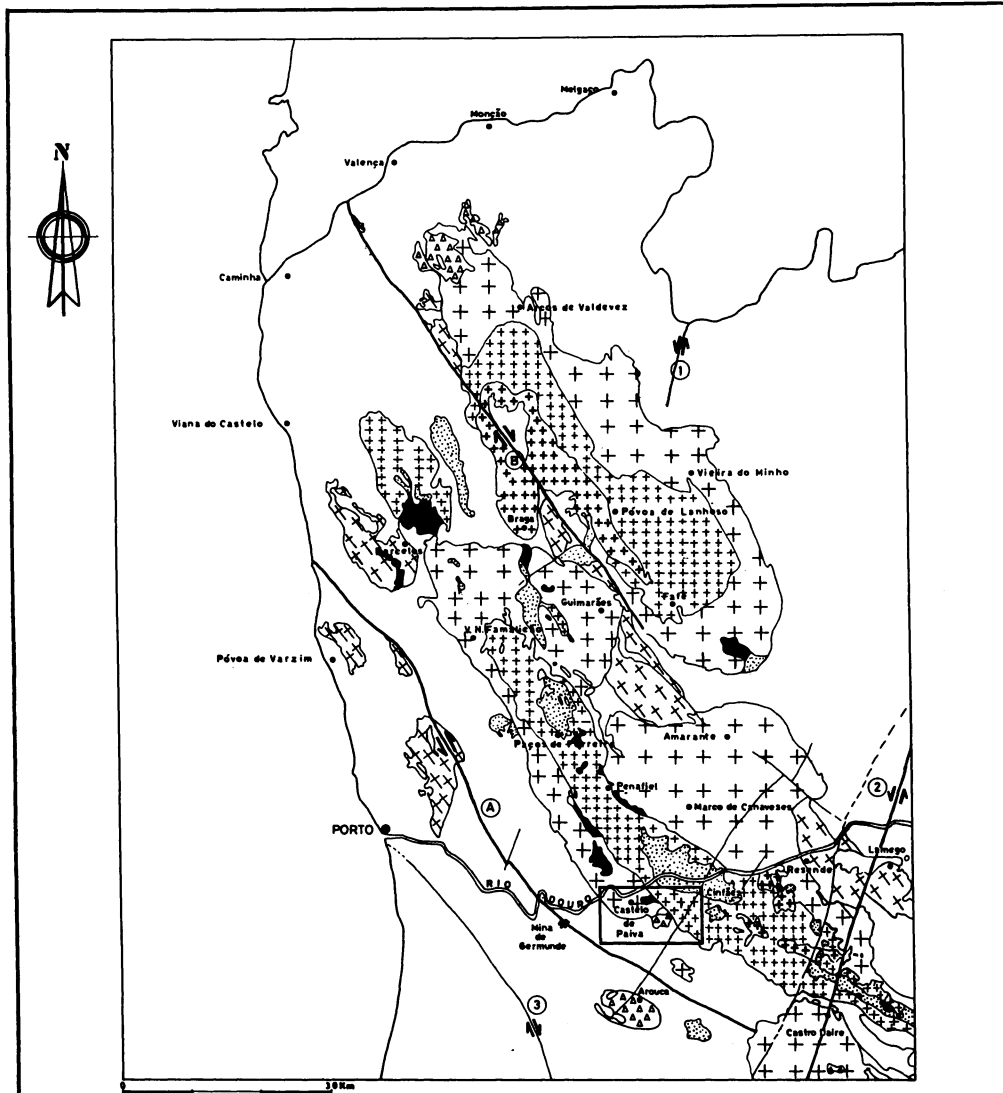
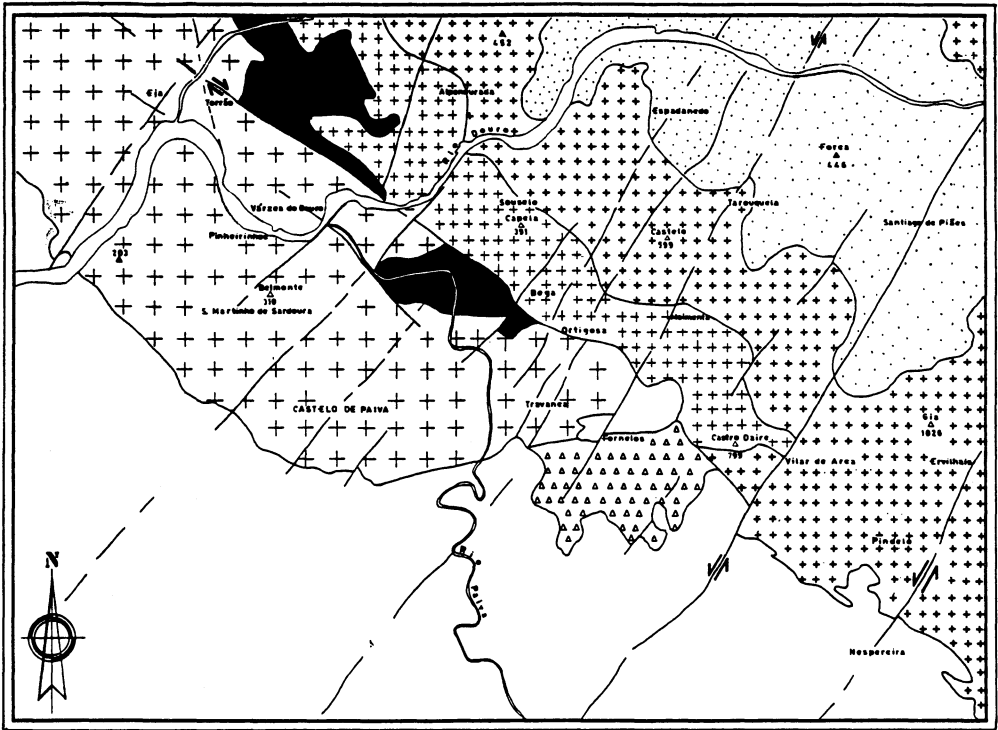


Fig. 1 - LOCALIZAÇÃO DOS GRANITÓIDES SINOROGÊNICOS COM BIOTITE E PLAGIÓCLASE CÁLCICA - Segundo a Carta Geológica de Portugal à escala 1/500.000 (em preparação), gentilmente cedida por EURICO PEREIRA (S.G.P.)

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS COM PLAGIÓCLASE CÁLCICA E SEUS DERIVADOS		
SIN-OROGÊNICOS	TARDIA PÓS-F ₂ (Série Tardia Diferenciada)	GRANITO DE DUAS MICAS DE GRÃO FINO ÀS VEZES TURMALÍNICO.
		GRANITO DE GRÃO FINO A MÉDIO COM ESPARSOS MEGACRISTAIS COM DUAS MICAS ESSENCIALMENTE BIOTÍTICO.
		MONZONORITO DE GRÃO MÉDIO PORFÍRICO COM DUAS MICAS ESSENCIALMENTE BIOTÍTICO.
SIN A TARDI-F ₂ (Série intermédia)		GRANODIORITOS E QUARTZODIORITOS BIOTÍTICOS COM ROCHAS BÁSICAS ASSOCIADAS.
		GRANITO PORFÍRICO DE GRÃO GROSSO ESSENCIALMENTE BIOTÍTICO.
		GRANODIORITOS E QUARTZODIORITOS BIOTÍTICOS PORFÍRICOES OU COM ESPARSOS MEGACRISTAIS.
ANTE A SIN-F ₂ (Série precoce)		GRANITOS E GRANODIORITOS PORFÍRICOES BIOTÍTICOS COM MEGACRISTAIS MUITO DESENVOLVIDOS.

- (A) - Cisalhamento do Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão
 - (B) - Cisalhamento Vigo - Régua
 - ① - Falha Gerês - Lovios
 - ② - Falha Régua - Verin
 - ③ - Falha Porto - Tomar
- Área Prospectada



SÉRIE TARDIA (Tard e Pós - F.)	Granito de duas micas, às vezes tumalítico, de grão médio a fino.	
	Monzogranito de duas micas, grão médio e fino, com espessos megacristais. (TIPO BRAGA)	
	Monzogranito de duas micas, essencialmente biotítico, porfiróide, de grão médio. (TIPO CINZENTO - ALPENDURADA)	
	Granodioritos e quartzodioritos biotíticos, porfiróides. (TIPO CINZENTO ESCURO - PAÇOS DE FERREIRA)	
SÉRIE INTERMÉDIA (Sin e Tard - F.)	Granito de duas micas, essencialmente biotítico, porfiróide, de grão grosseiro (TIPO CRISTAL AZUL E AMARELADO - GUIMARÃES)	
	Quartzodioritos e granodioritos biotíticos. (TIPO BRANCO DA NEVE - AROUCA)	
Complexo Xisto - Grauwáquio e séries metamórficas derivadas.		

Fig 2 - ROCHAS GRANÍTICAS DA REGIÃO DE CASTELO DE PAIVA - CINFÃES
(CARTOGRAFIA DE EURICO PEREIRA, 1989)

0 1 2 Km

à densidade de fracturação local, ao grau de alteração da rocha e à presença de heterogeneidades texturais ou cromáticas (encraves biotíticos ou de rocha mais básica, *schlierens*, manchas feldespáticas, etc.) que inviabilizem a exploração.

Levantamento Sistemático da Fracturação Local

Em zonas potenciais, dever-se-á proceder a uma análise estatística da fracturação local, com vista a controlar as características mais importantes do diaclasamento observado, nomeadamente, a frequência relativa das diversas famílias de diaclases e a sua orientação média, o espaçamento entre diaclases contíguas, a extensão das diaclases e os seus enchimentos e impregnações. A orientação mútua dos principais sistemas de fracturação e a sua frequência relativa, são determinadas com base na construção de diagramas estereográficos de densidade de pólos (Diagramas de Schmidt) Fig. 3. Em

nece-nos, também, a orientação geral do desmonte a efectuar que em regra, deverá acompanhar a direcção preferencial de fracturação sub-vertical, a que corresponderá o plano de partição mais favorável da rocha («Correr da pedra»). Os espaçamentos medidos entre diaclases do mesmo sistema, são agrupados em histogramas de frequências (Figs. 4 e 5), cujos valores poderão servir de base para o cálculo das dimensões médias do bloco de rocha intacta (Fig. 6). A forma do bloco é determinada pela orientação mútua dos sistemas de diaclases presentes, ao passo que a sua dimensão volumétrica resulta do espaçamento e extensão dessas mesmas diaclases.

Paralelamente à caracterização estatística do diaclasamento, a análise da fracturação local de um maciço rochoso não ficará completa, sem a elaboração de um levantamento planimétrico a grande escala (1/100 a 1/500, no qual se definem zonas restritas de menor densidade de fracturação.

Prospecção em profundidade

A determinação da espessura da orla superficial de alteração do granito, da constância das características intrínsecas da rocha em profundidade, bem como, da fracturação que a afecta, poderá ser efectuada recorrendo a alguns furos da sondagem pouco profundos (algumas dezenas de metros). Como alternativa, sugere-se também a realização de ensaios semindustriais nos quais se proceda à delimitação do maciço explorável por decapamento superficial e à abertura de frentes de desmonte experimental.

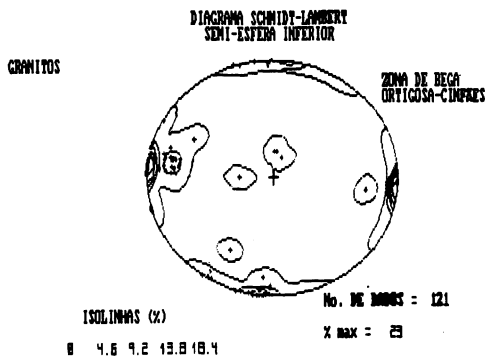


Fig. 3. Diagrama estereográfico de densidade de pólos para o diaclasamento observado numa zona potencial.

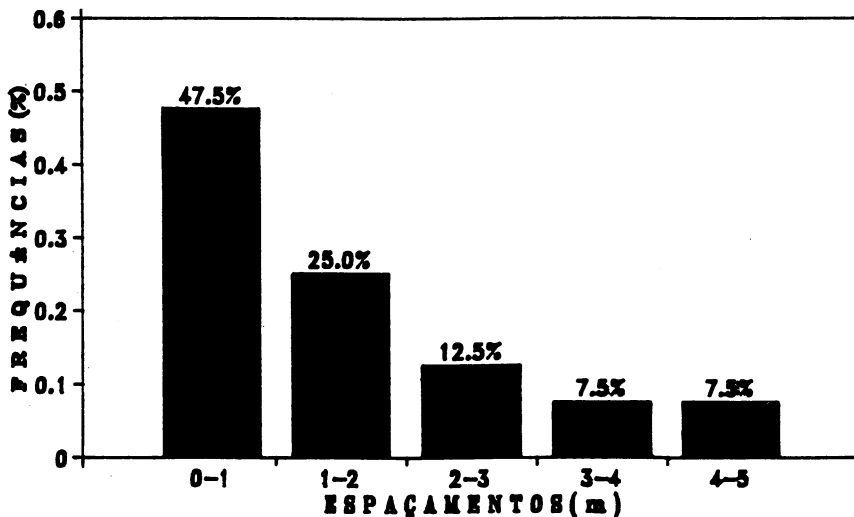
geral, o padrão de fracturação mais favorável é aquele em que coexistem três sistemas de fracturas principais, convenientemente espaçadas, sendo dois deles sub-verticais, normais entre si, e um sistema sub-horizantal, perpendicular aos restantes. A análise de um diagrama de densidade de pólos for-

POTENCIALIDADES DOS GRANITOS DA REGIÃO DE CASTELO DE PAIVA-CINFÃES

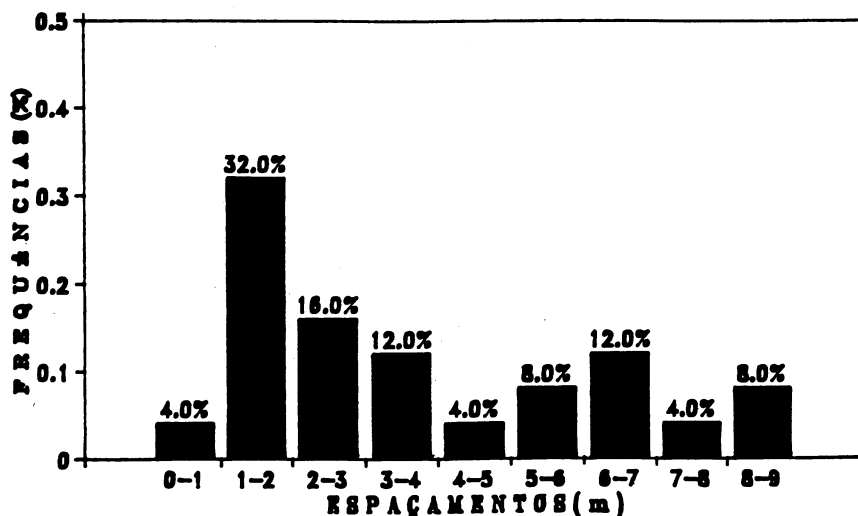
Quartzodioritos e Granodioritos Biotíticos. Tipo «Branco da Neve» Arouca (γ_A)

Tratando-se de um termo precoce da Série Intermédia, este litótipo apresenta-se

BEGA-ESPAÇAMENTOS DE DIACLASES FAMÍLIA N 5 E, SUBVERTICAL



BEGA-ESPAÇAMENTOS DE DIACLASES FAMÍLIA N 98 E, SUBVERTICAL



Figs. 4 e 5. Histogramas de frequências para os espaçamentos das famílias de fracturação dominante (zona de Bega-Cinfães).

ZONA DE BEGA

FAMÍLIA N 98 E	Esp.<1.0m (4.0%)	1.0m<Esp.<3.0m (48%)	Esp.>3.0m (48%)
FAMÍLIA N 5 E	Esp.<1.0m (47.5%)	Vb<1m3 (1.9%)	Vb<3m3 (22.8%)
		Vb<3m3 (22.8%)	Vb=3m3 (22.8%)
	1.0m<Esp.<3.0m (37.5%)	Vb<3m3 (1.5%)	1m3<Vb<9m3 (18%)
			Vb>3m3 (18%)
	Esp.>3.0m (15.0%)	Vb=3m3 (0.6%)	Vb>3m3 (7.2%)
			Vb>9m3 (7.2%)

Distribuição de probabilidade para as dimensões volumétricas dos blocos de rocha intacta.

Esp.=espaçamento.
Vb=volume do bloco unitário.

Fig. 6. Cálculo das percentagens de ocorrência de blocos, com determinadas dimensões volumétricas, a partir dos espaçamentos verificados entre fracturas. Admite-se, por hipótese, um espaçamento médio de 1 metro para o sistema subhorizontal de fracturação.

muito fracturado e alterado, em virtude do intenso condicionamento tectónico a que esteve sujeito. A rocha é de granulado fino, predominantemente biotítica, com textura uniforme e coloração cinzento-azulado escuro. Apesar de apresentar características texturais e cromáticas muito favoráveis, este granitoide não é susceptível de exploração para fins ornamentais, devido á limitada dimensão do afloramento de Fornelos (Fig. 2) e ao seu elevado grau de alteração e fracturação.

Granito Porfiróide de Grão Grosso. Tipo «Cristal Azul e Amarelo» de Guimarães (γ₁₂)

Em virtude da granularidade grosseira da rocha, esta apresenta, por vezes, uma alteração superficial muito intensa, caracterizada por uma caulinição acentuada dos

megacrístais de feldspato e oxidação dos minerais ferromagnesianos, em particular das biotites. Por outro lado, este granito sofreu importante fracturação transversal, de orientação NE-SW, paralela ao alongamento do batolito e fracturação transversal de orientação NE-SW. A primeira direcção de fraturação terá facilitado a intrusão da Série Tardia, enquanto a segunda fracturação foi preenchida pelos diferenciados microcristalinos do novo corpo granítico (MEDEIROS, *et al.*, 1980). Graças á intensa fracturação que os afectou, os granitos porfiróides de grão grosseiro, de Castelo de Paiva, apresentam-se muito desagregados, inviabilizando a exploração de rocha ornamental.

Granodioritos e Quartzodioritos Biotíticos Porfiróides. Tipo «Cinzento Escuro». Paços de Ferreira (γ_{Δ1})

Estes granitoides são nitidamente intrusivos no granito porfiróide de grão grosseiro, sendo brechificados e englobados pelos termos seguintes da Série Tardia. Por essa razão, são considerados *precursores* daquela série. Apresentam-se intensamente alterados e fracturados, apesar de constituírem um litotipo de alto valor ornamental, com coloração cinzento-escuro e granulado fino a médio.

Monzogranito de duas Micas Essencialmente Biotítico, Porfiróide, de Grão Médio. Tipo «Cinzento Alpendurada» (γ_{nm})

Estes granitos apresentam uma densidade de fracturação nitidamente inferior á dos litótipos anteriormente citados. Os principais defeitos da rocha consistem em heterogeneidades texturais, marcados pela ocorrência de bandados feldspáticos, com grande profusão de megacrístais e diminuta percentagem da matriz da rocha. Contudo, algumas zonas são susceptíveis de aproveitamento industrial.

Monzogranito de Duas Micas, de Grão Médio e Fino com Esparsos Megacristais. Tipo «Braga» (γ_{m*})

Este litótipo distingue-se do anterior, pela maior percentagem de matriz e diminuição do grão da rocha, bem como, pela menor frequência e dimensão dos megacristais de feldspato potássico. Apresenta-se nos como o litótipo mais favorável à exploração de rocha ornamental, na região em questão, considerando sobretudo a menor intensidade de fracturação a que esteve sujeito (Fig. 7).

Granito de Duas Micas, às vezes Turmalínico, de Grão Médio a Fino (γ_{mf})

Trata-se de um leucogranito tardio, a que corresponderá o topo da intrusão da série tardia. Devido às suas características texturais e petrográficas, não apresenta qualquer interesse como rocha ornamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se evidente que os granitóides mais favoráveis á produção de blocos de rocha ornamental, na região de Castelo de Paiva-Cinfães, são os Granitóides Tardios, Biotíticos e com Esparsos Megacristais. Para este efeito confluem os factos de a densidade regional de fracturação e, bem assim, o estado de alteração dos afloramentos, serem nitidamente inferiores aos das restantes litofácies prospectadas. Efectivamente, apesar de as fácies mais básicas (quartzodioritos e granodioritos), precursoras de ambas as séries de granitóides, apresentarem uma textura e coloração que lhes conferem um elevado valor comercial, o seu aproveitamento industrial é inviabilizado pela intensa fracturação de que foram alvo, ao longo de todo o processo intrusivo.



Fig. 7. Vista geral da pedreira de Pindelo (Nespereira-Cinfães), em fase de prospecção (Maio de 1990).

AGRADECIMENTOS

— A Administração da Empresa Carbonífera do Douro, S. A., na pessoa do Sr. Eng. Carlos Arrais, uma palavra de reconhecimento pelo apoio e incentivo demonstrados na apresentação deste trabalho.

— Ao Dr. Eurico Pereira devemos toda

a orientação científica que nos foi prestada, de forma desinteressada e aliciante, bem como a cedência de importante bibliografia.

— Aos Serviços Técnicos da Empresa Carbonífera do Douro e a todos os colegas e amigos que, de uma forma ou de outra, deram o seu contributo pessoal para a realização deste poster, os meus sinceros agradecimentos.

BIBLIOGRAFIA

- FERREIRA, N., IGLESIAS, M., NORONHA, F., PEREIRA, E., RIBEIRO, A. e RIBEIRO, M. L. (1987). Granitoides da Zona Centro Ibérica e seu Enquadramento Geodinâmico. In: BEA, *et al.*, (Eds.) *Geología de los Granitoides y Rocas Asociadas del Macizo Hesperico*. Editorial Rueda. Madrid.
- MARTINS, O. R. (1987). Prospecção e Exploração de Granitos Ornamentais. *Revista A PEDRA*, N.º 24. ASSIMAGRA, Lisboa.
- MEDEIROS, A. C., PILAR, L. & FERNANDES, A. P. (1964). Carta Geológica de Portugal 1/50.000. Folha n.º 13 B. Castelo de Paiva. *Serv. Geol. Portugal*. Lisboa.
- MEDEIROS, A. C., PEREIRA, E. e MOREIRA, A. (1980). Carta Geológica de Portugal 1/50.000 Folha N.º 9 D. Penafiel. *Serv. Geol. Portugal*. Lisboa.
- OLIVEIRA, J. T. e PEREIRA, E. (*Coord's Soco hercínico*) *et al.* (em preparação). Carta Geológica de Portugal 1/500.000. *Serv. Geol. Portugal*. Lisboa.
- PEREIRA, E. (1989). Rochas Graníticas da Região de Castelo de Paiva. *Serv. Geol. Portugal*. Lisboa. (relatório inédito).
- RAMOS, F. (1982). Algumas Notas sobre Rochas Igneas Ornamentais de Portugal. *Geonovas*. Vol. I. N.º 3. Assoc. Port. Geólogos. Lisboa.
- SILVA, P. E. (1989). Prospecção de Rochas Graníticas Ornamentais na Região de Castelo de Paiva-Cinfães. Reconhecimento de Superfície. Empresa Carbonífera do Douro. (relatório interno).
- SILVA, P. B. (1990). Informação Geológica Preliminar sobre a zona de Findelo (Nespereira-Cinfães). Empresa Carbonífera do Douro (relatório interno).
- SILVA, P. B. (1990). Informação Geológica Preliminar sobre a Zona de Bega (Travanca-Cinfães). Empresa Carbonífera do Douro. (relatório interno).

Recibido, 16-VI-92
Aceptado, 15-VIII-92