

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA
Coordenação

A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 2 • RECURSOS GEOLÓGICOS E FORMAÇÃO



Coimbra • Imprensa da Universidade

ESTUDO GEOLÓGICO DA PEDREIRA DA CURVIÃ Nº2 (JOANE-V.N. DE FAMALICÃO). CARACTERÍSTICAS DA FRACTURAÇÃO

J. M. FARINHA RAMOS¹, A. CASAL MOURA¹, A. MOREIRA¹ e A. OLIVEIRA¹

PALAVRAS-CHAVE: maciço granítico, padrão de fracturação, pedreira de inertes.

KEY WORDS: granite massif, joint-systems pattern, quarry for aggregates production.

RESUMO

Os autores procederam ao levantamento geológico da pedreira da Curviã nº 2, tendo em vista a sua caracterização geológica e estrutural. Nesta pedreira, é explorado, para produção de balastros, vários tipos de britas e areias graníticas, um granito monzonítico de granulado médio, com leve tendência porfiróide, predominantemente biotítico. Ao analisarem a fracturação observada, constataram que, embora subordinada à fracturação regional que afectou toda aquela área minhota, o padrão de fracturação da pedreira da Curviã não é homogéneo em todos os seus sectores. Assim, no flanco leste da pedreira, observa-se um predomínio claro do sistema N60°E a N70°E e, progredindo para oeste do maciço, aumenta de relevância o sistema N40°W a N50°W, de pouca expressão na zona leste. O sistema N-S a N20°E, em relação directa com importante cisalhamento que tem esta direcção, toma alguma evidência na parte central da pedreira. Concluíram que essa variação é o resultado da sobreposição dos efeitos de diferentes fases de deformação frágil, bem expressas na fracturação regional, e da acção local de fracturas de cisalhamento.

¹ Geólogos do I.G.M.

ABSTRACT: Geological study of the Curviã nº2 (Joane-V.N. de Famalicão): fracture pattern

The authors have undertaken the geological study of the Curviã nº 2 quarry, in order to make its geologic and structural characterization. In this quarry, a medium grained monzonitic granite is exploited for the production of ballast, some other types of aggregates and granitic sands. Analysing the fracture systems observed, they found that, even subordinated to the main regional systems affecting the Minho area, the pattern of these systems on the Curviã quarry is not homogeneous all over its sectors. Thus, in the eastern flank of the quarry, a predominance of the system N60°E to N70°E is clearly observed and, towards west, the relevance of the system N40°W to N50°W, less represented in the eastern zone, increases gradually. The N-S to N20°E system, closely related with an important shear accident with this orientation, takes some evidence in the central part of the quarry. They concluded that this variation is the result of the overlapped effects of different phases of fragile deformation, well expressed in the regional fracture pattern, and of the local influence of shear fractures.

1. ESBOÇO GEOLÓGICO E TECTÓNICO DA ÁREA

O maciço onde se encontra implantada a exploração de granito da Curviã nº 2 situa-se cerca de 1000 m a sudeste da povoação de Portela (S.^{ta} Marinha) e, também, a cerca de 1000 m a oeste de Airão (S. João Baptista), sendo, por ambos os lados, facilmente acessível.

Na região em que se enquadra a pedreira em apreço, afloram alguns tipos de granitóides Sin e Tardi D3, com porfiroidismo acentuado ou esparso, cuja exploração foi, desde sempre, bastante intensa em várias zonas, assumindo grande relevo a actividade actual para produção de inertes. Também ocorrem, em áreas restritas ou conjuntamente, outros tipos de rochas de tendência mais básica, nomeadamente quartzodioritos biotíticos.

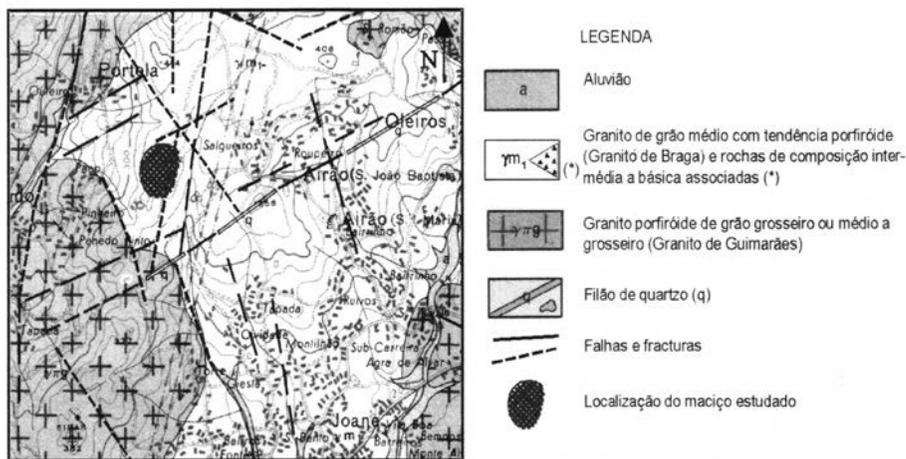
1.1. TIPOS LITOLÓGICOS OCORRENTES NA REGIÃO

Os tipos litológicos ocorrentes na região, descritos dos mais antigos para os mais recentes (fig. 1), compreendem:

- Granitos porfíroides de grão grosseiro ou médio a grosseiro, essencialmente biotíticos (“Granito de Guimarães”), rochas acinzentadas ou azuladas caracterizadas pela abundância de megacristais de feldspato potássico, em geral de contornos relativamente mal definidos.

Este granito constitui um plutonito alongado na direcção NW-SE, com cerca de 65 Km de comprimento e 25 Km de largura média, que aflora com características texturais semelhantes desde a região a sul de Braga até às proximidades do rio Douro.

- Granito de grão médio a fino, com tendência porfiróide, essencialmente biotítico (“Granito de Braga”), incluído numa sequência de intrusões mais tardias nos granitóides anteriores. Tem tendência monzonítica, porfiroidismo esparso e apresenta-se praticamente sem deformação, certa uniformidade textural e cor cinzenta-azulada quando são. Ocorre numa faixa contínua de orientação aproximada NW-SE que se estende igualmente desde o Minho até para além do Rio Douro, onde aflora numa área com cerca de 50 Km por cerca de 6 Km de largura média, pertencente a vários concelhos.
- Quartzodioritos biotíticos. Trata-se de rochas acinzentadas, mais ou menos escuras, habitualmente de granulado fino ou médio, que constituem restos de magmas mais básicos ou seus diferenciados que intruíram ou ascenderam concomitantemente com as massas ígneas mais antigas. Formam, a nível regional, pequenas manchas alongadas e, localmente, pequenas bolsadas ou encraves no seio das massas graníticas.
- Filões de quartzo ou pegmatíticos, associados a falhas de direcção média entre N45°E a N75°E, testemunhando actividade magmática e hidrotermal tardia.
- Aluviões, de idade quaternária, constituindo depósitos areno-argilosos em relação directa com algumas das linhas de água.



Extracto da Folha 9-B (Guimarães) da Carta Geológica de Portugal, à escala aproximada de 1/62 500

Fig. 1 – Enquadramento geológico do maciço estudado.

2. GEOLOGIA DO LOCAL DA PEDREIRA

2.1. TIPOS LITOLÓGICOS E TEXTURAS

Os resultados do estudo geológico efectuado encontram-se implantados na carta geológica da figura 2. A rocha explorada é um granito com carácter monzonítico, por vezes, granodiorítico (fig. 3), de grão médio, com tendência porfíróide, de duas micas, essencialmente biotítico, fracturado e alterado em alguns locais da pedreira (“Granito de Braga”). Macroscopicamente, apresenta cor cinzenta azulada escura, quando fresca, ou amarelada nas zonas de alteração superficial e na proximidade de algumas fracturas e diaclases. A ligeira tendência porfíróide traduz-se pela ocorrência de megacristais de feldspato, algo dispersos, e de granulometria variável (em média 2×1 cm, mas, ocasionalmente, podem atingir 5×3 cm ou mesmo mais). Por sua vez, na matriz ocorrem grãos de quartzo cinzento escuro, com diâmetro médio de 1 mm, agregados de feldspato, brancos acinzentados, com 1 a 2 mm, biotite negra em palhetas até 1 mm, dispersas homoganeamente na matriz, e rara moscovite prateada em cristais em geral inferiores a 1mm. A composição modal revelou: quartzo 28.5%, feldspato K 19.6%, plagioclase 32.1%, biotite 13.4%, moscovite 4.2% e minerais vestigiários 2.3%.

A rocha de tonalidade amarelada circunscreve-se, sobretudo, à zona de alteração superficial e a algumas estreitas faixas ao longo dos bordos de algumas das diaclases, onde se verificou a circulação das águas superficiais ou infiltradas. Outras vezes, essa tonalidade está associada a zonas de esmagamento (cisalhamentos, caixas de falha). Alguns cisalhamentos são responsáveis pela tectonização de faixas da massa rochosa sem que se verifique alteração substancial da coloração cinzento-azulada, notando-se, no entanto, ligeira caulinição dos feldspatos.

No que se refere à granularidade, verificam-se pequenas variações ao longo do maciço, nomeadamente com ligeiro aumento do tamanho do grão da matriz e da tendência porfíróide, que se traduz por maior abundância de pequenos cristais feldspáticos maiores que os da matriz, embora mantendo-se dispersos. Ocasionalmente, os grãos de feldspato dispersos atingem maior tamanho que o habitual (até 5×3 cm ou mais). Noutros casos, também localizados, ocorrem pequenas massas de granito porfíróide de grão grosseiro (até 1.5 a 2 metros de comprimento por 1.5 metros de largura), aparentemente sem continuidade.

São comuns, no seio do granito monzonítico, encraves dispersos de uma rocha de grão fino a médio, de tendência mais básica e coloração mais escura que a encaixante, enriquecida em biotite, os quais, como dissemos, constituirão porções dum magma precursor disseminadas na massa ígnea que não evoluíram completamente. Têm, geralmente, formato esférico ou ovalado e tamanho habitual

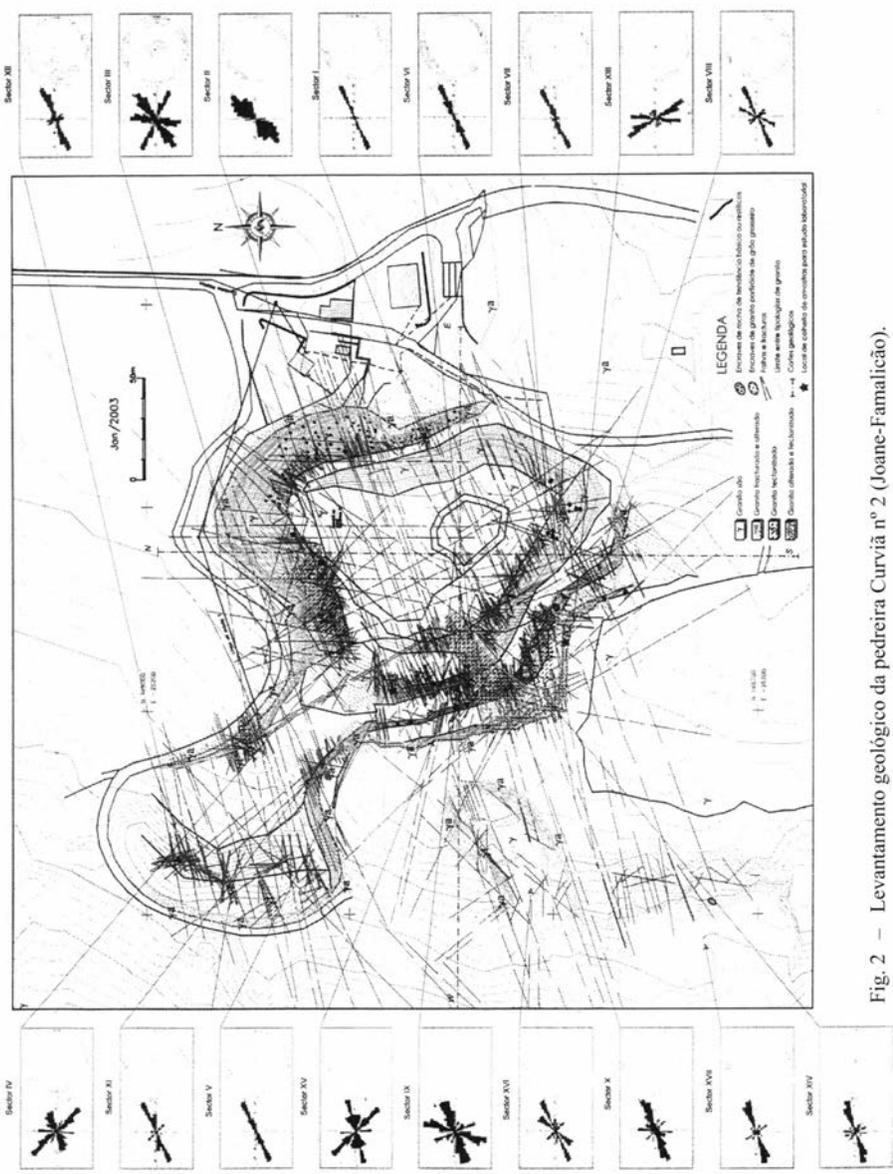


Fig. 2 — Levantamento geológico da pedreira Curviá nº 2 (Joane-Famalição).

centimétrico ou, como num dos casos, atingir o tamanho máximo observado de 3×1.5 metros. Ocorrem, ainda, alguns enclaves, também em geral centimétricos, de natureza essencialmente restífrica, correspondendo a fragmentos xistentos não completamente digeridos. Tanto este tipo de enclaves como os de natureza mais básica não constituem problema ao aproveitamento da pedra para obtenção de granulados, por apresentarem textura fina e homogénea e apreciável compacidade.

Algumas das principais diaclases, com particular relevo para as de orientação N45°E a N75°E, apresentam preenchimento centimétrico com material argiloso, por vezes caulínico, e evidência de movimentação, provocando esmagamento dos bordos das fracturas e superfícies estriadas. Noutros casos, encontram-se preenchidas por filonetes pegmatíticos ou quartzosos, recristalizações de sílica e deposições dispersas de pirite, a qual, uma vez oxidada, origina pequenas manchas amareladas ou acastanhadas, localmente com escorrências ferruginosas.

Não se observaram filões de importância na área da pedreira. Registaram-se, apenas, alguns filonetes quartzosos e pegmatíticos, de espessura centimétrica e pouco extensos, alojados em diaclases com direcção predominante N60°E a N80°E.

As características físico-mecânicas de um balastro produzido com o material explorado na pedreira podem resumir-se como segue: resistência mecânica à compressão – 1760 Kg/cm²; granulometria – fuso granulométrico compatível com aceitação sem restrições; resistência ao desgaste Los Angeles (curva F) – 19%; grau de limpeza – 0.13%; grau de homogeneidade – 0.00%; coeficiente de forma – 2.27%. Trata-se dum balastro de boa qualidade, o que confirma a aptidão da rocha para a produção de inertes.

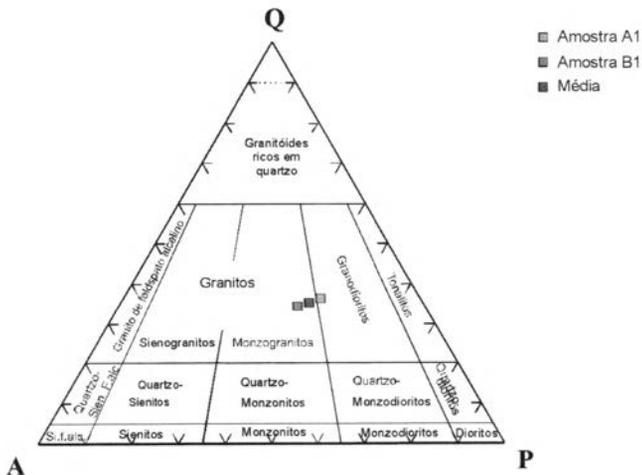


Fig. 3 – Inserção das amostras de rocha fresca da pedreira da Curviã no diagrama Q-A-P de classificação de rochas plutónicas, segundo STRECKEISEN (1976).

2.2. FRACTURAÇÃO DO MACIÇO

Para compreensão do estilo tectónico-estrutural da área em estudo, procedeu-se ao levantamento exaustivo das fracturas e falhas, igualmente apresentado na figura 2.

A fracturação global observada na pedreira da Curviã N° 2 (Figura 4) revela, como especialmente representativos, os sistemas de fracturas com direcção sensivelmente N60°E a N80°E, N45°W e N5°E a N10°E, em geral com pendores muito inclinados a verticais. Algumas fracturas subhorizontais ou de pendor moderado, de atitude mais aleatória, foram observadas, também, em alguns locais. Algumas dessas fracturas são responsáveis por cisalhamentos, por vezes importantes, os quais determinam um adensamento da fracturação e diaclasamento nas proximidades. Os de maior expressão interessam fracturas N45°E a N80°E, N5°E a N20°E e, muito mais raramente, fracturas próximas de N40°W a N60°W ou N-S a N20°W. A extensão de rocha tectonizada, nalguns locais da pedreira, atinge, por vezes, vários metros. Também se verificou que, nalguns casos, as fracturas que delimitam os cisalhamentos são oblíquas entre si, originando tectonização mais intensa no seu interior, com esmagamento da rocha.

Tendo-se constatado alguma variação, de local para local, no padrão de fracturação e diaclasamento do maciço na área em exploração, procedeu-se à sua análise detalhada, sector a sector, para que essas variações possam ser devidamente evidenciadas e compreendidas. A fracturação observada nos diferentes sectores, designados de I a XVII, vai apresentada nos diagramas de síntese inseridos na figura 2, já anteriormente referida. A figura 5 mostra um corte geológico realizado na parte central da pedreira.

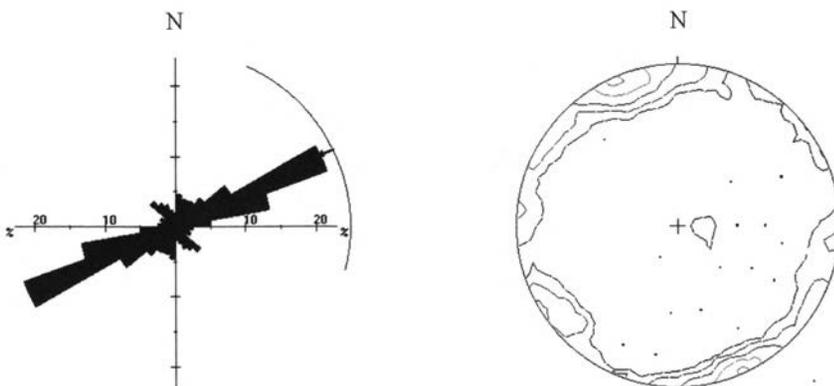


Fig. 4 - Projecção estereográfica global da fracturação na pedreira da Curviã n° 2.



Fig. 5 – Corte geológico W-E na pedreira Curviã n.º2.

– Sector I: Neste sector, predomina nitidamente um sistema de fracturas com direcção média N70°E ($\cong 45\%$ do total), com pendor próximo da vertical, algumas das quais apresentam evidências de movimentação. Acessoriamente, ocorrem um sistema com orientação N-S a N10°E ($\cong 7\%$) e outro, menos representado, de direcção N30°W a N40°W ($\cong 4\%$). Completam o esquema de fracturação, algumas fracturas sub-horizontais com diversas orientações. Na parte SE deste sector (actual entrada da pedreira), observam-se alguma alteração superficial da rocha e alguns encraves dispersos de natureza restítica e outros de natureza mais básica, com granulado fino, e ligeira ferruginização ocasional. No geral, a textura da rocha é razoavelmente homogénea, embora ocorram alguns megacristais de feldspato dispersos.

– Sector II: Predominam largamente fracturas com direcção entre N10°E e N80°E, que representam cerca de 60% do total, tendo o sistema mais representado direcção média N45°E ($\cong 18\%$). Acessoriamente, ocorrem os sistemas N-S a N10°W ($\cong 5\%$) e N50°W ($\cong 3\%$). Alguns encraves de rocha mais básica e de granito porfiróide de grão grosseiro foram também observados, bem como alteração e esmagamento do granito junto a algumas das fracturas mais importantes. A pedra amarelada limita-se à parte superficial do maciço ou a zonas de fractura.

– Sector III: Trata-se de um dos sectores onde ocorrem vários sistemas subverticais com representatividade semelhante, como sejam N50°E a N60°E ($\cong 13\%$), N40°E a N50°E ($\cong 10\%$) e N60°E a N70°E ($\cong 10\%$), além de N60°W a N70°W ($\cong 13\%$), N-S a N10°E ($\cong 10\%$) e N10°E a N20°E ($\cong 8\%$). É de referir, ainda, um importante sistema subhorizontal com direcção N40°E a N60°E. De salientar a presença de algumas zonas de cisalhamento importantes de direcção N40°E a N50°E e N80°E a E-W, que determinaram algum esmagamento da rocha em vários locais, e de fracturas com bordos estriados. Massas de rocha pegmatítica e encraves mais básicos, de dimensão métrica, ocorrem dispersos.

– Sector IV: O padrão da fracturação observada neste sector é algo semelhante ao observado no sector anterior, ainda que, no caso presente, seja nítida a predominância do sistema de fracturas subverticais N40°W a N50°W ($\cong 16\%$), seguido de outros com orientação predominante para leste, em que o principal tem direcção N70°E a N85°E e, um outro, direcção N30°W a N40°W, sendo ambos subverticais e com idêntica representatividade ($\cong 10\%$). Com menor expressão, ocorrem sistemas de orientação N-S a N10°E ($\cong 8\%$) e N65°W ($\cong 5\%$), também subverticais. Este sector inclui duas importantes zonas de cisalhamento por intersecção de fracturas com direcção N-S e N70°E a N80°E, determinando alguma tectonização, com esmagamento, da rocha granítica.

– Sector V: É claramente predominante o sistema de orientação N60°E a N70°E subvertical ($\cong 35\%$), a que se associam outros conjuntos de fracturas com atitude semelhante ($\cong 15\%$). Com diminuta representatividade, ocorrem, ainda, um sistema subvertical de orientação N50°W a N60°W ($\cong 4\%$) e algumas fracturas subhorizontais. A rocha, neste sector da pedreira, é predominantemente sã.

– Sector VI: O conjunto da fracturação deste sector é muito semelhante ao observado no sector anterior, predominando, também, o sistema subvertical N60°E a N70°E ($\cong 33\%$) e cisalhamentos N50°E a N80°E. Raros filonetes de quartzo foram observados.

– Sector VII: Também aqui, é largamente predominante o sistema subvertical N60°E a N70°E, sendo os restantes muito pouco representados. O granito apresenta-se com aspecto são, na sua maior parte. Foram observados vários encraves básicos, restícticos e de granito porfiróide de grão grosseiro, centimétricos a decimétricos.

– Sector VIII: Neste sector do bordo SW do degrau intermédio da pedreira predominam largamente os sistemas N60°E a N70°E ($\cong 28\%$) e N20°E a N30°E ($\cong 17\%$), com pendor subvertical. São subordinados os sistemas N20°W a N30°W e N40°W a N50°W, também de pendores elevados, e alguns grupos de fracturas subhorizontais. Predomina a rocha sã e ocorrem alguns encraves de rocha básica ou de granito porfiróide grosseiro.

– Sector IX: Trata-se de uma zona que compreende uma grande variedade de sistemas de fracturas subverticais com grande representatividade, sendo de destacar os sistemas N60°E a N80°E ($\cong 14\%$), N10°E a N20°E ($\cong 14\%$), N20°E a N30°E ($\cong 10\%$) e, ainda, N20°W a N30°W com pendores de 70° a 80° para NE ou SW. O sector em apreço mostra-se afectado por cisalhamentos importantes, que determinaram algum esmagamento, um dos quais limitado por fracturas de orientação média N70°E e N10°E e com caixa de falha preenchida por rocha esmagada de tonalidade amarelada.

– Sector X: É claramente predominante o sistema N60°E a N80°E, subvertical, que representa cerca de 32% do total da fracturação. São menos representados os sistemas N-S a N10°E ($\cong 9\%$), N40°W a N50°W ($\cong 7\%$) e N70°W a N80°W ($\cong 7\%$), todos de pendor elevado. Encraves decimétricos de rocha de natureza mais básica ocorrem dispersos.

– Sector XI: Trata-se do sector virado a norte de um dos degraus intermédios da frente oeste da pedreira. É claramente predominante o sistema subvertical N60°E a N70°E, que representa cerca de 32 % do total e que inclui diaclases com grande desenvolvimento, a que se associam os sistemas N80°E a E-W, com cerca de 18%, e N70°E a N80°E, com cerca de 15%, igualmente subverticais. Menos representados, ocorrem os sistemas N40°W a N50°W ($\cong 10\%$) e N-S a N10°E ($\cong 6\%$), ambos de pendor elevado, além de fracturas subhorizontais. Na generalidade, a rocha granítica apresenta-se fresca, contendo alguns encraves máficos.

– Sector XII: Predominam os sistemas N60°E a N70°E, o qual representa cerca de 24% do total da fracturação, e N70°E a N80°E, com cerca de 19%, ambos subverticais. Com representatividade bastante menor, ocorrem, ainda os sistemas N-S a N20°W ($\cong 11\%$) e N30°W a N50°W ($\cong 10\%$), que incluem algumas fracturas de pendor moderado (45 a 50°). O granito é predominantemente são e contém encraves básicos. Observaram-se algumas fracturas centimétricas preenchidas com caulino, quartzo ou pegmatito.

– Sector XIII: É dominante o sistema N30°W a N40°W, subvertical, com cerca de 20% do total, seguido dos sistemas subverticais N20°W a N30°W e N-S a N10°E, ambos com representatividade de cerca de 17%. Um pequeno número das fracturas deste último sistema tem pendor moderado. O granito possui tonalidade amarelada e ocorrem alguns encraves básicos, métricos, e um de granito porfiróide (“Granito de Guimarães”) com tamanho idêntico.

– Sector XIV: Dominam os sistemas subverticais N70°E a N80°E, o qual representa cerca de 26% do total das fracturas, e N60°E a N70°E, com cerca de 20%. Os sistemas com orientação preferencial N-S, N30°W e N60°W estão menos representados, não excedendo, qualquer deles, 9% do total. A rocha granítica está parcialmente alterada e ocorrem alguns encraves máficos.

– Sector XV: Verifica-se a preponderância dos sistemas subverticais N70°E a N80°E e N40°W a N50°W, cada um deles representando 15 % do total. A restante fracturação é bastante dispersa e com representatividade da ordem dos 7.5 % para cada grupo de fracturas. Na generalidade, o granito apresenta-se são.

– Sector XVI: As fracturas subverticais de orientação N60°E a N70°E ($\cong 23\%$), N30°E a N50°E ($\cong 14\%$), a que se associam os sistemas N80°E a E-W ($\cong 8\%$) e N40°W a N50°W ($\cong 10\%$), igualmente de pendor muito elevado, são predominantes. Observou-se intenso esmagamento do granito no local de intersecção de fracturas subverticais de orientação N40°E, N50°W e E-W. O granito apresenta-se são apenas na parte mais profunda da corta.

– Sector XVII: Assume grande relevo, nesta zona, o sistema de fracturas subverticais N70°E a N80°E ($\cong 40\%$). Seguem-se-lhe os sistemas de fracturas N60°E a N70°E ($\cong 34\%$), igualmente de pendor elevado, N30°W a N40°W ($\cong 12\%$), com pendor mais moderado, e outros sistemas com direcção para Este e para Oeste, menos representativos. Ocorrem, por vezes, encraves de rocha básica, de “Granito

de Guimarães” e pegmatíticos. A zona superficial de alteração amarelada tem espessura significativa (até cerca de 7 metros) e escamação até aos 3 metros.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas principais unidades graníticas aflorantes na região formam manchas alongadas na direcção NW-SE, estando o “Granito de Braga” encaixado no “Granito de Guimarães”. A intrusão destes corpos graníticos parece ter sido favorecida pelo cisalhamento Régua – V. Nova de Cerveira.

Os dados da cartografia geológica disponível e as observações de campo permitem considerar que a intrusão do “Granito de Guimarães” terá acontecido ligeiramente antes da do “Granito de Braga” (enclaves de “Granito de Guimarães” podem observar-se em vários locais da pedreira), facilitada por acidentes tectónicos NW-SE paralelos ao acidente principal. A fracturação tardia, com direcção N60°E a N80°E, afectou posteriormente os maciços e está bem representada regionalmente e na pedreira, onde constitui o sistema de fracturas e diaclases mais representativo. Algumas destas fracturas e diaclases foram preenchidas por filonetes pegmatíticos e quartzosos e apresentam, por vezes, deposição de sulfuretos dispersos que são testemunhos das fases mais tardias da actividade magmática.

Movimentações tectónicas posteriores reactivaram a fracturação mais antiga e terão provocado a formação de novas fracturas, sendo importante o sistema N-S a NNE-SSW, tardi-hercínico, o qual corta o sistema anteriormente referido e está bem expresso na parte central da pedreira, nas proximidades de cisalhamentos com aquela direcção. O sistema com orientação preferencial NW-SE, que aparece apenas bem representado na frente ocidental da pedreira, onde cisalhamentos com esta direcção são também evidentes, é nitidamente mais tardio.

De registar, também, um predomínio notável dos sistemas de pendor subvertical; no entanto, ocorrem, igualmente, algumas fracturas subhorizontais de grande relevância, as quais podem explicar deslizamentos responsáveis pela sobreposição de massas de rocha com padrões de fracturação diferentes, como se observa nos degraus da frente oeste da pedreira.

Fica patente, deste modo, a relação do padrão da fracturação regional com a fracturação e diaclasamento observados na pedreira e evidenciada a influência local dos sistemas referidos. Também é de realçar que a sobreposição de três sistemas de fracturas importantes não impossibilita a exploração de pedra para inertes, uma vez que a fracturação apenas determina esmagamento e arenização em sectores muito limitados, predominando a rocha fresca tanto em extensão como em profundidade.

Em conclusão, a variação no padrão de fracturação observado na pedreira da Curviã nº2 é resultado da influência da fracturação regional, da presença de

cisalhamentos de expressão local e da actuação de episódios sucessivos de deformação frágil, com reorientação dos campos de tensões locais.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, M. Montenegro *et al.* (1986) – Carta geológica de Portugal na escala 1/ 50 000: Folha 9-B (Guimarães). Ed. dos S.G.P., Lisboa.
- FERREIRA, N. *et al.* (1998) – Carta geológica de Portugal na escala 1/ 50 000: Folha 5-D (Braga), 2ª Edição. Publ. dos S.G.P., Lisboa.
- MEDEIROS, A. Cândido, PEREIRA, E. e MOREIRA, A. (1980) – Carta geológica de Portugal na escala 1/ 50 000: Notícia explicativa da folha 9-D (Penafiel). Ed. dos S.G.P., Lisboa.
- STRECKEISEN, A. (1976) – To each plutonic rock its proper name. *Earth Sc. Review*, 12, pp 1-33.
- TEIXEIRA, C., MEDEIROS, A. CÂNDIDO e MACEDO, J.R. (1973) – Carta geológica de Portugal na escala 1/ 50 000: Notícia explicativa da folha 5-D (Braga). Ed. dos S.G.P., Lisboa.