

La cartografía de estos cuerpos de gabro constituye un importante aporte al desarrollo de la Geología Económica del Uruguay, pues hasta el momento este tipo de explotación se realiza en estructuras filoneanas (diques doleríticos). En el área estudiada existen cuatro canteras que trabajan explotando estos diques.

Sobre el cuerpo de gabro de Mahoma se realizaron los siguientes estudios:

- Cartografía geológica a escala 1:40.000 y 1:20.000.
- Mallas de Geofísica (SEV, Magnetometría y gravimetría).
- Selección de áreas para estudios de detalle.
- Sondeos con recuperación total de testigos.
- Estimación de reservas.

Desde el punto de vista de su empleo con fines ornamentales presenta dos inconvenientes que deben estudiarse, uno de ellos es el intenso diaclasado que normalmente presenta y el otro es la presencia de venillas de anfíbol, que se presentan en sobrelieve. Su orientación es variable y parecen estar vinculadas a procesos tardi-magmáticos donde los fluidos residuales de la recristalización tapizan con anfíbol secundario las diaclasas primarias, lo cual no afecta su uso para ornamento.

Sobre el cuerpo de gabro de Mal Abrigo se realizó un trabajo de cartografía geológica a escala 1:20.000, los trabajos de detalle no se realizaron porque el área estaba amparada para estudios de Minerales Metálicos por Empresas privadas. El trabajo concluye con la necesidad de estudiarla posibilidad de emplear para ornamento las litologías anortosíticas y de leucogabros (por sus colores claros, predominando el blanco, verde y violeta).

En el área existen tres canteras que explotan "granito negro" en diques doleríticos, siendo ellas:

- Stonelux S.A.
- Eternit S.A.
- Canteras Guaycurú

y una cantera que ha comenzado a trabajar en el límite sur del stock de gabro de Mahoma. Además existe una cantera de granito rojo (granito de Mahoma).

El precio internacional de este tipo de productos ha descendido desde el año 1989, aproximadamente en el momento actual es de U\$ 600 a 700 por metro cúbico, este precio es mayor en la calidad de "granito negro absoluto" (doleritas). El mayor inconveniente que tienen estas canteras es que es muy bajo el porcentaje de recuperación en bloques de tamaño comercial. Según nuestros datos este porcentaje es del orden del 5 al 8 %. Esta característica determina el segundo gran inconveniente, que el costo de extracción de cantera es extremadamente elevado (aproximadamente U\$ 500 por metro cúbico). Este último análisis es el que nos motiva a señalar que nuestro país tiene que desarrollar al máximo las posibilidades de explotación de los gabros de Mahoma y de Mal Abrigo, para lograr producir bloques de tamaño comercial, con un costo de producción menor y que nos permita competir en precio con otras producciones.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- BOSSI, J; NAVARRO, R. 1982. Los granitos negros (microgabros) del Eocambriano del Uruguay. In: CONGR. LATINO. GEOL., 5. Argentina, 1982. Acta II, p. 23-35.
- RONCONI, N. 1989. Exploración del Complejo Magmático Mahoma-Guaycurú. Dpto. de San José, Uruguay. In: CONGR. NAC. GEOL. ECON., 3. Argentina, 1989. v. 3, p. 157-169.
- PRECIOZZI, F; SPOTURNO, J; HEINZEN, W; ROSSI, P. 1985. Carta Geológica del Uruguay a la escala 1:500.000. MIE-DINAMIGE. Montevideo. 90 p.
- OYHANÇABAL, P; MEDINA, E; SPOTURNO, J. 1990. Geología y petrología del stock de gabro del Arroyo Mahoma. In: CONGR. URUG. GEOL., 1. Montevideo. 1990. v. 1, p.115-121.
- MARI, C; COSTA, H; INFANTOZZI, E; GONZALEZ, C. 1990. Estudio geofísico regional en la Sierra de Mahoma, San José. In: CONGR. URUG.GEOL., 1. Montevideo. 1990. v. 2, p. 145-150.

## **ROCHAS CARBONÁTICAS PRÉ-CAMBRIANAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E TECNOLÓGICAS X APLICAÇÕES**

MARIA HELOISA BARROS DE OLIVEIRA FRASCÁ, JÁIRO DE SANT'ANNA TADDEO

*IPT/SP*

JORGE KAZUO YAMAMOTO

*IGC-USP*

### **INTRODUÇÃO**

Aborda-se, aqui, os principais aspectos geológicos e tecnológicos das rochas carbonáticas do Pré-Cambriano paulista e, com base neles, são apontadas as principais opções de uso no mercado não-convençãoal (IPT 1981), que exclui

as indústrias de cimento, cal e corretivo de solos. O método de trabalho adotado foi: coleta de amostras e ensaios e análises laboratoriais (análises químicas, petrográficas e mineralógicas por difratometria de raios X; e ensaios físico-mecânicos: índices físicos, abrasão “Los Angeles” e resistência à compressão uniaxial, para sua qualificação para fins industriais e uso em construção civil).

## **DISTRIBUIÇÃO E GEOLOGIA**

As rochas carbonáticas pré-cambrianas do Estado de São Paulo estão contidas em diversas seqüências supracrustais pertencentes, num contexto amplo, ao Cinturão Ribeira (ALMEIDA et al. 1973). Estão distribuídas por extensa área onde podem ser discriminadas geografica e geologicamente em três grupos:

- 1 - grandes corpos (quilométricos) alongados segundo a direção NE-SW que ocorrem no sul do Estado de São Paulo (Vale do Ribeira), especialmente nas regiões de Itararé-Itapeva, Apiaí-Iporanga e Barra do Turvo. Aham-se associados às seqüências metapelíticas e metapsamíticas (filitos e quartzitos) atribuídas ao Grupo Açungui (lato sensu) e pertencem, respectivamente, à Formação Itaiacoca, Subgrupo Lajeado e Mármore da Tapagem.
  - 1.1 -Na Formação Itaiacoca, as rochas carbonáticas ocorrem na unidade de topo, com estruturas oolíticas e pisolíticas e intraclastos nas porções inferiores e laminações algáceas e estromatólitos nas superiores. Os litotipos desta unidade caracterizam-se, na região de Bom Sucesso, pela predominância de metadolomitos de coloração cinza-claro a médio, granulação fina e aspecto freqüentemente brechóide. Quartzos (até 5%) e, mais raramente, filossilicatos (talco, mica branca, clorita magnésiana) são acessórios. Em geral, o teor de sílica é muito baixo (até 1%) e os de CaO e MgO variam pouco: de 27,2% a 35,5% e 19,2% a 21,0%, respectivamente. As perdas por abrasão “Los Angeles” são baixas (20% e 23%) e bastante homogêneas. Nos ensaios de compressão, os resultados são variáveis e indicaram valores predominantes entre 102 e 173 MPa. Os dolomitos são mais resistentes que os calcários.
  - 1.2 -O Subgrupo Lajeado é constituído por unidades sobrepostas de composição alternadamente terrígena e carbonática. Aí predominam calcita mármores ou metacalcários, com pouca dolomita associada. Os termos dolomíticos, com mais de 70% de dolomita, se restringem a intercalações irregulares em meio ao material calcítico. Estas rochas apresentam coloração variando do cinza-escuro ao cinza-claro e estrutura maciça a bandada. O material não-carbonático é basicamente quartzo e opacos (sulfetos e, provavelmente, grafita). Quimicamente, a maior parte das amostras tem baixo teor de SiO<sub>2</sub> (entre <0,10% e 1,0%) e de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e até 55% de CaO e 2,9% de MgO. Subordinadamente ocorrem teores de até 5% de SiO<sub>2</sub>. Quanto aos aspectos tecnológicos, estas rochas exibem boa resistência à abrasão “Los Angeles” (21% a 29% de perdas). Porém, apresentam baixa resistência à compressão uniaxial (geralmente entre 45 e 97 MPa). No entanto, tais valores são aceitáveis para uso como agregado para construção civil.
  - 1.3 -Na região de Barra do Turvo acha-se o Mármore da Tapagem, extenso corpo de forma elíptica composto de dolomita mármores brancos, finos e homogêneos. Apresentam aspecto brechóide caracterizado por “fragmentos” angulosos de mármore granoblástico dispersos em matriz carbonática de granulação mais fina. Os teores de SiO<sub>2</sub>, CaO e MgO variam entre 0,61% e 2,4%, 35,8% e 36,6%, e 15,3% e 16,8%, respectivamente. Devido à sua coloração extremamente branca e homogênea, foram efetuados ensaios adicionais, com resultados favoráveis, para sua utilização como rocha ornamental.
- 2 - corpos carbonáticos de porte menor, concentrados nas regiões de Sorocaba, São Roque, Pirapora do Bom Jesus e Cajamar (a oeste da cidade de São Paulo). Aham-se no contexto do Grupo São Roque e constituem lentes, comumente alongadas segundo direção NE-SW, com dezenas a centenas de metros de comprimento, encaixadas em metassedimentos regionais de baixo a médio grau metamórfico. Nas proximidades de Salto de Pirapora predominam calcita mármores, de coloração cinza-médio a cinza-escuro, em geral venulados. Na região de Pirapora do Bom Jesus ocorrem dolomita mármores de coloração cinza-claro a médio e estrutura maciça a irregularmente bandada e “brechóide”. Quartzos pode ser encontrado em fraturas, bolsões ou espaços intergranulares. Em Cajamar, rochas de composição dolomítica, calcário-dolomítica e calcária são observadas em proporções semelhantes, havendo variação para termos extremos em poucas dezenas de metros. Os dolomita mármores têm coloração cinza-médio a claro, estrutura freqüentemente maciça, venulada e, menos comumente, bandada; e os calcita mármores têm coloração cinza-médio a escuro e estrutura maciça, freqüentemente venulada. Os teores de SiO<sub>2</sub> são relativamente homogêneos (em geral entre 1,2% e 2,7% e ao redor de 4,0%). CaO e MgO variam, respectivamente, de 26,0% a 33,4% e 14,6 a 19,7% nas rochas dolomíticas, e 47,9% a 53,8% e 0,3% a 4,9% nas calcárias. As amostras apresentam boa resistência à abrasão “Los Angeles” (23% a 28% de perdas) e à compressão uniaxial (60 a 172 MPa).
- 3 - corpos irregulares ou lenticulares, de poucas dezenas de metros, por vezes pontuais, dispersos na região E-NE do Estado: Itapira (Grupo Itapira), Campos do Jordão (Complexo Piracaia), Cruzeiro, Bananal e Taubaté (Complexo Embu). Estão encaixados em terrenos gnáissico-migmatíticos e/ou xistosos, de médio a alto grau metamórfico. São basicamente dolomita mármores, por vezes calcíticos, com minerais silicáticos (olivina, tremolita e mica) em quantidades subordinadas. Têm estrutura maciça, cor predominantemente branca com variações para cinza-claro e granulação média a grossa. Os teores de SiO<sub>2</sub> são muito variáveis, tendendo a altos: 14,8% até 34,6%. CaO varia entre 14,3% e 37,2%, e MgO entre 14,9% a 35,5%. Exibem baixa resistência no ensaio de abrasão “Los Angeles”, com valores de perdas muito elevados (entre 49 e 80%). A resistência à compressão uniaxial varia de 60 a 115 MPa.

## **USOS DAS ROCHAS CARBONÁTICAS ANALISADAS, NO MERCADO NÃO-CONVENCIONAL**

Através da comparação das características tecnológicas e químicas das amostras aqui estudadas com as especificações de uso disponíveis, compiladas por Frascá et al. (1989), detectaram-se outras opções de utilização além daquelas para as quais estão sendo ou foram comercializadas. As rochas carbonáticas do Subgrupo Lajeado têm características que as qualificam para: brita, siderurgia, vidro, cerâmica, fundição e rações; e, subordinadamente, em produtos asfálticos, revestimento, abrasivos, materiais plásticos e tecidos. Por vezes também apresentam parâmetros indicativos para uso em produtos veterinários e farmacêuticos, eletrodos para solda, perfumaria e sabões, explosivos e tintas e vernizes. Os principais usos atuais são siderurgia, fundição, cerâmica, vidro, brita, materiais plásticos, rações e borracha. As rochas pertencentes à Formação Itaiacoca são qualificáveis para uso como brita e matéria-prima para a indústria do vidro. Outros usos possíveis, comuns à maioria dessas rochas, são: tecidos, rações, revestimento, cerâmica, siderurgia, fundição e abrasivos. Sua exploração é atualmente voltada para as indústrias do vidro, cerâmica, revestimento e brita. Para o Mármore da Tapagem, os usos possíveis são siderurgia, brita e rações; sendo subordinados aqueles para revestimento, tinta e vernizes, perfumaria e sabões, tecidos, fundição, cerâmica, materiais plásticos e eletrodos para solda. É usado atualmente em tintas, cerâmica, vidro, brita, rações e borracha. No Grupo São Roque a maioria das rochas são apropriadas para brita, cerâmica, siderurgia e fundição. Secundariamente destacam-se os usos possíveis: vidro, rações, tecidos, materiais plásticos e produtos asfálticos. O consumo atual destina-se à siderurgia, brita, fundição e rações.

Os mármore da região leste-nordeste do Estado de São Paulo apresentam, em sua maioria, propriedades condizentes com as especificações para brita, revestimento, rações, cerâmica, tecidos, siderurgia, fundição e vidro. Os usos possíveis como matéria-prima para as indústrias de tintas e vernizes, perfumaria e sabões são menos comuns. Atualmente são utilizados em revestimento, tintas, siderurgia, cerâmica e vidro. Verificou-se que a maior parte das rochas carbonáticas estudadas tem sido comercializada para fins adequados no mercado não-convencional. Entretanto, a quase totalidade das rochas exibe propriedades que as qualificam para outros usos, além dos atuais.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The Precambrian evolution of South America cratonic margin south of Amazon River. In: NAIN, E.M. & STEHLI, F.G. (ed) The ocean basin and margins. New York: Plenum. v.1, p.411-466.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). 1981. Mercado consumidor mineral. São Paulo: Pró-Minério. 361p.
- FRASCÁ, M.H.B.O.; TADDEO, J.S.T.; YAMAMOTO, J.K. 1989. Caracterização tecnológica de rochas carbonáticas do Estado de São Paulo visando seu aproveitamento no mercado não convencional. São Paulo: IPT/Pró-Minério. (IPT, Relatório 27 183). Inédito.

## **UTILIZAÇÃO DA TURFA COMO VEÍCULO PARA INOCULANTE AGRÍCOLA CONTENDO R. JAPONICUM**

J.L. FERNANDES  
FUNDAÇÃO SALIM FARAH MALUF  
R.T. LAZZARI  
EUCATEX MINERAL LTDA

### **INTRODUÇÃO**

A turfa é um bem mineral industrial de múltiplas utilizações. No país, os usos mais conhecidos e estudados são: energético, sorventes para óleo e metais pesados e uso agrícola. Na área agrícola, são empregadas na preparação de substratos para mudas de hortaliças, de frutíferas e de flores, na elaboração de fertilizantes organo-minerais, como condicionadores de solos, fonte de matéria orgânica, e como veículo em biofertilizantes, também conhecidos como inoculantes agrícolas.

Os biofertilizantes são preparações contendo um veículo e células vivas ou latentes de cepas fixadoras de nitrogênio, solubilizadoras de fosfatos ou decompositoras de matéria orgânica utilizados com a finalidade de incrementar processos microbiológicos naturais, de maneira a aumentar a disponibilidade de nutrientes de forma assimilável pelas plantas (Rao, 1982). Como exemplos de organismos, finalidade e culturas nos quais são empregados tem-se: *R. japonicum* (fixação de nitrogênio: leguminosas), *Azotobacter chroococcum* e *Azospirillum brasilense* (fixação de nitrogênio: trigo, cebola, batata, cevada, milho), *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* (solubilização de fosfatos: trigo, milho e arroz) e várias espécies de algas verde azuladas (fixação de nitrogênio: arroz).

O biofertilizante de maior aplicação no Brasil é o *R. japonicum*, utilizado na cultura de soja. Constitui-se de turfa (veículo) e microorganismos fixadores de nitrogênio atmosférico. É empregado objetivando aumentar a fertilidade do solo e ajudar o crescimento das plantas através do aumento da atividade biológica no ambiente radicular, que resulta num incremento da disponibilidade de nitrogênio de forma assimilável pelas leguminosas. A soja desenvolve nódulos em suas raízes, onde as colônias *R. japonicum* encontram abrigo e alimento (carboidratos), e em contrapartida, sua enzima nitrogenase promove a redução do  $N_2$  atmosférico para  $NH_3$ , forma em que é assimilável pela planta (Epstein, 1975). A Fig 01 ilustra a iniciação e estruturas dos nódulos de ervilha (*Pisum sativum*).