

RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Paulo César BOGGIANI
Armando Márcio COIMBRA (†)
Claudio RICCOMINI
Ana Lúcia Desenzi GESICKI

RESUMO

A Planície do Pantanal, a maior área inundável da América do Sul, é limitada por três planaltos onde estão concentrados os recursos minerais não-metálicos do Estado de Mato Grosso do Sul. O Planalto da Bodoquena é sustentado por rochas carbonáticas proterozóicas do Grupo Corumbá, enquanto os outros dois, os planaltos de Maracaju - Campo Grande e Taquari - Itiquira, são desenvolvidos sobre rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná. No Planalto da Bodoquena as rochas carbonáticas têm emprego na fabricação de cimento e como corretivo de solo, e para esta finalidade, são também lavrados calcários pulverulentos (tufa) em Bonito. A argila é outro importante recurso, mas é utilizada apenas na indústria cerâmica, atualmente concentrada em dois pólos, nas regiões de Rio Verde de Mato Grosso - Coxim e Bela Vista - Jardim. As rochas ornamentais estão restritas aos mármore de Bonito e aos granitos de Porto Murtinho. Existem algumas restrições com respeito aos materiais de construção, como areia e brita, devido à baixa qualidade dos produtos. No caso da areia, a lavra vem causando problemas ambientais, especialmente nos rios vizinhos aos principais núcleos urbanos. Problemas ambientais similares decorrem também da atividade dos garimpos de diamante nas regiões de Aquidauana e Coxim. Rochas fosfáticas ocorrem no Grupo Corumbá na parte leste do Planalto da Bodoquena. A Formação Botucatu, a oeste de Campo Grande, apresenta bom potencial para areia de uso industrial; entretanto, são necessários estudos geológicos específicos para a melhor avaliação econômica destes depósitos. O aproveitamento dos minerais industriais do Estado de Mato Grosso do Sul é ainda incipiente. Entretanto, as novas perspectivas econômicas e a melhoria do transporte para o Estado de São Paulo, principalmente através da Hidrovia Tietê-Paraná, deverão criar condições favoráveis ao incremento desta atividade. Por outro lado, a curto prazo deverão ser tomadas medidas para o adequado planejamento da atividade de mineração visando à redução dos impactos ambientais.

ABSTRACT

The Pantanal Plain, the largest flooded area of South America, is bordered by three plateaus that concentrate non-metallic mineral resources in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. The Bodoquena Plateau is formed by Precambrian carbonate rocks of the Corumbá Group, whereas the others, namely the Maracaju - Campo Grande and the Taquari - Itiquira plateaus, are supported by sedimentary and volcanic rocks of the Paraná Basin. Carbonate rocks are exploited for cement, while powdery tufa limestone is mined in Bonito for agricultural use. Clay, another important mineral resource in the state, used solely for ceramics, is concentrated in the Rio Verde de Mato Grosso-Coxim and Bela Vista-Jardim regions. Dimension stones are restricted to marls in Bonito and granites around Porto Murtinho. There are problems with building materials such as sand and gravel, because of their poor quality. Exploitation of the sands also causes environmental problems, especially in rivers near the cities. Small-scale diamond mining by rudimentary processes leads to similar environmental problems in the Aquidauana and Coxim regions. Phosphatic rocks occur in the Corumbá Group in the eastern Bodoquena Plateau. The Botucatu Formation, west of the Campo Grande,

(†) Falecido em 20 de setembro de 1998.

the state capital, presents good potential for sand, mainly for industrial purposes. Detailed geologic studies are required, however, for better economic evaluation of these deposits. The exploitation of industrial minerals in Mato Grosso do Sul State is still not intensive. Nevertheless, new economic perspectives together with the improving transportation system to the neighboring State of São Paulo, mainly through Tietê-Paraná riverway, favour future economic growth. Thus, it is imperative that urgent planning measures be taken in order to reduce negative environmental impact.

1 INTRODUÇÃO

No aspecto geomorfológico, o Estado de Mato Grosso do Sul (MS) é caracterizado pela Planície do Pantanal e seus planaltos circundantes: Maracaju-Campo Grande, Taquari-Itiquira e da Bodoquena (figura 1). Na borda destes planaltos voltada para a planície, afloram litologias distintas. Os planaltos Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira são sustentados por rochas paleozóicas e mesozóicas da Bacia Sedimentar do Paraná e o Planalto da Bodoquena por espesso e extenso maciço de rochas carbonáticas do Grupo Corumbá (Neoproterozóico). Nestas unidades geomorfológicas e no Maciço do Urucum, em Corumbá, é que se concentram os recursos minerais não-metálicos de Mato Grosso do Sul.

O Estado de Mato Grosso do Sul não apresenta tradição na mineração de minerais não-metálicos, ou minerais industriais, como também são conhecidos. Tal fato decorre de sua baixa demanda industrial e da construção civil ainda pouco desenvolvida. No entanto, Mato Grosso do Sul encontra-se em posição geográfica favorável em relação às regiões consumidoras (estados do sudeste brasileiro) e países limítrofes, integrantes do Mercado Comum do Cone Sul (MERCOSUL).

O aumento da atividade mineral em MS pode ser favorecido ainda pela recente implantação da Hidrovia Tietê-Paraná e pelo incremento energético com a implantação do Gasoduto Bolívia-Brasil e de termoeletricas.

No presente artigo é apresentado o panorama atual da mineração dos recursos minerais não-metálicos do Estado de Mato Grosso do Sul, assim como a potencialidade de novas ocorrências minerais, a fim de oferecer subsídios ao planejamento desta atividade.

2 MINERAIS NÃO-METÁLICOS

Os minerais não-metálicos são classificados conforme o uso em: abrasivos, piezoeletricos, ópticos, gemas, cargas e enchimentos, filtrantes, absorventes, lubrificantes, isolantes elétricos, térmicos e acústicos, metalúrgicos (refratários e fundentes), cerâmicos (branca, vermelha, especial e fina), insumos para fabricação de vidro, indústria química e farmacêutica, fertilizantes/nutrientes, corretivos de solos, ração animal, materiais naturais de construção (areia, cascalho, brita, argilas, rochas ornamentais) e matérias-primas para a produção de materiais de construção (cimento, pozolanas, gesso, cal, autoclavados/aerados, agregados leves, eletrofundidos, etc.) (DAMASCENO, 1994). São minerais abundantes na crosta terrestre, porém as diferentes características físicas, químicas, mineralógicas e genéticas, assim como a forma de ocorrência, técnicas de lavra e beneficiamento, níveis de impureza, entre outras características,

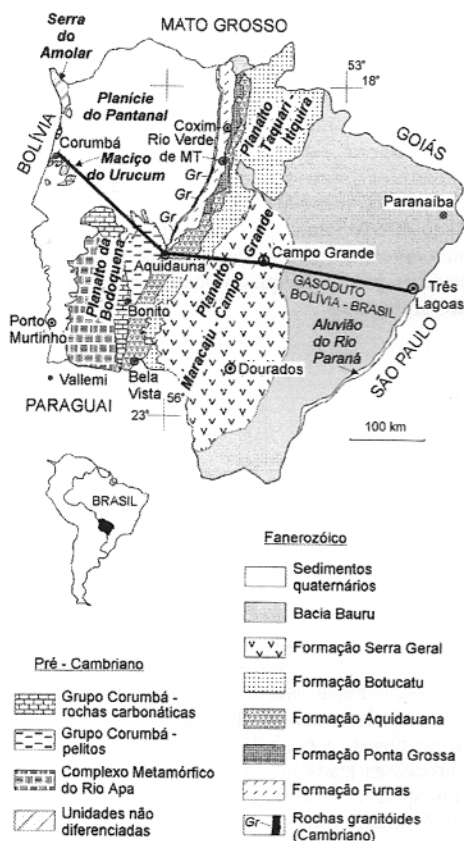


FIGURA 1 - Esboço geológico do Estado de Mato Grosso do Sul.

são os parâmetros determinantes do tipo de uso. Variações mínimas na composição, estrutura e textura e a presença ou não de impurezas podem inviabilizar o seu aproveitamento econômico. Portanto, são bens minerais que exigem acurada caracterização visando à produção de materiais adequados a cada uso específico.

Na sua maioria, os minerais não-metálicos caracterizam-se pela remoção em grandes volumes e intensivo transporte a granel até os locais de consumo, onde são empregados, na sua maioria, *in natura*. Nessa categoria inserem-se, principalmente, os materiais para construção civil (areia e brita) e calcários para corretivo de solo. São produtos de baixo valor e densidade econômica com preço vinculado à distância de transporte, o que chega a representar 2/3 do custo final (VALVERDE & SINTONI, 1994), sendo este, no caso desses recursos, o principal fator determinante de aproveitamento.

3 BENS MINERAIS NÃO-METÁLICOS DE MATO GROSSO DO SUL

Praticamente toda a metade ocidental do Estado de Mato Grosso do Sul é compreendida pela Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. A outra metade (oriental) perfaz parte da Bacia Hidrográfica do Paraná, onde são dominantes as exposições de rochas arenosas dos grupos Bauru e Caiuá, tendo como subordinadas as ocorrências de basaltos da Formação Serra Geral, em fundos de vales, e os sedimentos inconsolidados quaternários da calha do Rio Paraná. Nestes últimos, depósitos de argila, juntamente com espongilitos de Paranaíba, constituem os únicos recursos minerais em exploração desta parte de MS, empregados na fabricação de cerâmica vermelha.

Dos recursos minerais não-metálicos da porção oeste do estado, destacam-se as argilas do Planalto Taquari-Itiquira, para cerâmica vermelha, e as rochas carbonáticas do Planalto da Bodoquena, empregadas na fabricação de cimento, na agricultura e para fins industriais, como os principais bens não-metálicos. Os demais bens minerais (fosfato, calcita, zeólitas, grafita, quartzo, areia industrial, diamante e ágata) encontram-se em nível de ocorrência mineral, necessitando caracterização geológica mais detalhada para sua viabilização econômica.

3.1 Argilas

A denominação argila apresenta significados diversos nos diferentes ramos científicos e tecnológicos, sendo possível, porém, identificar três conceitos básicos: o textural, o mineralógico e o tecnológico.

Em termos texturais, a argila pode ser definida com base na granulometria das partículas, havendo para isto escalas diferenciadas. Segundo a escala da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são considerados como argila os materiais cujas partículas apresentam diâmetros menores ou iguais a 0,005mm e, na escala de WENTWORTH (1922), as partículas menores ou iguais a 0,004mm, independentemente da composição mineralógica.

Argilas, na concepção mineralógica, são substâncias inorgânicas com estrutura cristalina disposta "em folhas", subdivididas nos grupos das caulinitas, micas, esmectitas, serpentinitas e vermiculitas, onde as características físico-químicas destes minerais conferem certas propriedades como plasticidade, expansibilidade, refratariedade e viscosidade. Além destes grupos, existe o grupo dos argilominerais fibrosos (horinitas), como a sepiolita e a palygorskita.

Em termos tecnológicos, existe uma grande variedade de designações dos tipos de argila, que dependem da finalidade, como por exemplo: argila plástica, refratária, terra *füller*, etc. (SOUZA SANTOS, 1989).

Em função de suas características, as argilas podem ser aproveitadas nas mais diversas finalidades. Além do uso cerâmico, são empregadas como clarificantes de óleos e gorduras, impermeabilizantes na produção de tintas e vernizes, antiaglomerantes em fertilizantes, fabricação de chapas de isolamento térmica, papéis, plásticos e produtos farmacêuticos.

No Mato Grosso do Sul, as argilas são atualmente empregadas apenas para fins cerâmicos, e restritas ao uso como cerâmica vermelha, na fabricação de tijolos furados, telhas e pisos. Entretanto, apesar do expressivo número de indústrias cerâmicas e da disponibilidade de matéria-prima, o mercado de Mato Grosso do Sul ainda adquire produtos cerâmicos do Estado de São Paulo. Tal fato decorre das precárias condições de produção cerâmica de MS, resultando em produtos de baixa qualidade, sem condições de competição no mercado nacional. Não há caracterização tecnológica adequada da matéria-prima empregada e a maioria das lavras de argila é clandestina.

São três os pólos cerâmicos de Mato Grosso do Sul: o de Rio Verde de Mato Grosso-Coxim, o de Jardim-Bela Vista e o de Três Lagoas (BOGGIANI *et al.*, 1994). Em Rio Verde de MT e Coxim, a argila é proveniente de folhelhos da Formação Ponta Grossa, ricos em illita e caulinita. A massa elaborada é uma mistura da porção intemperizada, onde o teor de caulinita é relativamente maior, com a porção inalterada. Estes folhelhos, de origem marinha, constituem pacotes lateralmente extensos e homogêneos, apresentando menos surpresas em termos do comportamento tecnológico; a lavra é fácil, embora mereça melhor direcionamento para os depósitos onde o manto de intemperismo seja mais espesso. Nestas localidades são também exploradas argilas de várzea, adicionadas à mistura em menores proporções, empregadas na fabricação de pisos.

No pólo cerâmico de Bela Vista-Jardim, no sul do estado, são utilizadas argilas predominantemente esmectíticas de ritmitos e diamictitos argilosos da Formação Aquidauana. Nessa unidade, os depósitos sedimentares são heterogêneos, em função da origem relacionada a ambientes glaciais e periglaciais (GESICKI *et al.*, 1996, 1998), e apresentam clastos de quartzo e quartzitos de tamanhos diversos, de areia a calhaus (de 64 a 265mm de diâmetro), o que dificulta a moagem e a obtenção de misturas homogêneas, comprometendo, assim, a qualidade do produto final.

No terceiro pólo cerâmico de MS, em Três Lagoas, há produção de cerâmica vermelha com extração de argila de ampla planície de inundação do Rio Paraná, originada durante o Holoceno Inferior e Médio e desenvolvida ao longo de sua margem direta, sul-mato-grossense (STEVANUX, 1994). Com o enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta (Porto Primavera), a exploração de grande parte destes depósitos está inviabilizada.

Em áreas limítrofes da Planície do Pantanal, também estão localizadas indústrias cerâmicas, como nas proximidades da Estação Ferroviária de Agachi (a leste de Miranda) e na região de Angélica, onde existe extração de argila aluvial (várzea), empregada para fabricação de tijolos furados e telhas, e em Corumbá, onde são fabricados tijolos furados com argila de aluvião do Rio Paraguai.

Existem ainda inúmeras olarias espalhadas pelo estado que produzem tijolos comuns, com extração de pequenos e restritos depósitos de

argilas de várzeas, cuja produção destina-se basicamente ao consumo local.

3.2 Rochas carbonáticas

São grandes as reservas de rochas carbonáticas (calcários e dolomitos) do Estado de Mato Grosso do Sul, com extensas e espessas exposições no Planalto da Bodoquena e no Maciço do Urucum, em Corumbá (figura 1). Estas rochas pertencem ao Grupo Corumbá (ALMEIDA, 1965; BOGGIANI *et al.*, 1993, 1996), onde calcários calcíticos muito puros (Formação Tamengo) são extraídos em Corumbá e Bodoquena para fabricação de cimento, havendo, ainda, em Bodoquena, exploração para indústria química e fabricação de cal. Dolomitos da Formação Bocaina são lavrados para uso como corretivo de solo em Bonito, Jardim e Bela Vista, apresentando teores de MgO ao redor de 18%. Também com essa finalidade, calcários calcíticos quaternários (Tufas da Serra da Bodoquena, BOGGIANI & COIMBRA, 1995) são extraídos de antigos depósitos de meandros do Rio Formoso, em Bonito, resultantes da precipitação carbonática fluvial relacionada à atividade algácea, constituindo depósitos calcíticos inconsolidados de elevada pureza e fácil extração. Esses depósitos poderiam ser destinados à indústria química, o que não ocorre atualmente, e apenas uma mineração promove sua venda para fabricação de ração animal.

Em parte da Planície do Pantanal, ao longo da planície de inundação do Rio Miranda, ocorrem lentes de calcário calcítico com 0,5m a 1m de espessura e algumas dezenas de metros de diâmetro, que proporcionaram a formação de elevações circulares com 2m a 3m de altura. Estas elevações dificilmente são atingidas pelas cheias periódicas e geralmente apresentam vestígios arqueológicos no solo que as recobrem (BOGGIANI *et al.*, 1998). Por constituírem o único material endurecido na extensa planície arenosa, são comumente empregados como material de empréstimo para aterros e cabeceiras das inúmeras pontes da região, sendo esta sua única utilização.

Os calcários da Formação Xaraiés (ALMEIDA, 1945), expostos na escarpa de Corumbá - Ladário, nunca tiveram exploração econômica, sendo esporadicamente extraídos com a finalidade de cascalhar estradas na região de Corumbá. PUTZER (1961) descreveu crostas

carbonáticas comparáveis às da Formação Xaraíes na região de Vallemí (Paraguai), próximo à foz do Rio Apa, desenvolvidas sobre rochas carbonáticas do Grupo Itapucumi, onde, àquela época, constituíam 3/4 da matéria-prima utilizada na fábrica de cimento em Vallemí (atual Industria Nacional de Cimento - INC)

3.3 Rochas fosfáticas

Na borda leste do Planalto da Bodoquena, ao longo da rodovia Bonito-Bodoquena, estão situadas ocorrências de rochas fosfáticas associadas aos calcários do Grupo Corumbá (BOGGIANI *et al.*, 1993). As ocorrências são de microfosforitos (fluorapatita) com teores de até 34% de P_2O_5 . Há necessidade, porém, da determinação do volume dos depósitos para sua avaliação econômica, o que vem sendo realizado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

Associada às ocorrências de rochas fosfáticas existe expressivo corpo de brecha carbonática, basal à Formação Tamengo, com clastos de fosforitos em matriz dolomítica. Constitui depósito de interesse para uso como corretivo e fertilização de solos, apesar dos baixos índices de solubilidade do material fosfático ao ácido acético (inferiores a 1%).

A possibilidade da presença de fosfato guânico, resultante da concentração de fezes de aves, na Lagoa de Mandiorê, situada ao norte de Corumbá, na Serra do Amolar, conduziu a CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) a executar serviços de prospecção na área, não tendo sido encontrada, entretanto, qualquer evidência de fosfato naquela região (FIGUEIREDO & CAVALLON, 1975).

A Formação Ponta Grossa foi também objeto de estudo pela empresa DOCEGEO (AITA, 1978, *apud* DEL'ARCO *et al.* 1982) nas regiões de Rio Verde de Mato Grosso-Rio Negro e em Rondonópolis (MT). Através de sondagens rotativas, foi constatada a presença de fosfato na forma de apatita, finamente cristalizada e disseminada em camadas de até 15cm e em brechas intraformacionais, desprovidas, porém, de interesse econômico.

3.4 Materiais para construção civil

Os principais recursos minerais não-metálicos para uso direto na construção civil são areia e brita.

No Mato Grosso do Sul, a areia para esta finalidade é dragada dos leitos das drenagens atuais, principalmente nas proximidades das cidades, com drásticos problemas ambientais decorrentes do desordenamento dessa atividade, especialmente em Campo Grande. Recomenda-se, para este fim, o estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de areias grossas e conglomeráticas da Formação Furnas, aflorantes na região de Rio Verde de MT e Coxim.

A brita comumente empregada em MS é proveniente do basalto da Formação Serra Geral, com pedreiras na região de Campo Grande, Terenos e Dourados. Subordinadamente, dolomitos do Grupo Corumbá são também empregados para este fim, principalmente em Corumbá e nas cidades situadas no Planalto da Bodoquena. Próximo da Estação Ferroviária de Duque Estrada, a leste da cidade de Miranda, foi lavrado um corpo de quartzito migmatizado durante a construção da Ferrovia Noroeste do Brasil, estando a pedreira atualmente abandonada, assim como uma outra pedreira de calcário, empregada também como brita, situada nas proximidades.

Para construção da Ferrovia Ferronorte, com traçado no limite nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul, passando pelas cidades de Aparecida do Taboado e Costa Rica, foi empregada como brita para a base da ferrovia espessa camada de limonita, com cerca de 2m de espessura, das coberturas detrítico-lateríticas e/ou arenosas da Formação Cachoeirinha (Terciário), as quais sustentam os chapadões arenosos daquela região.

Existe carência de rochas para brita em regiões próximas dos grandes centros urbanos de MS. As rochas graníticas, mais apropriadas para este fim, afloram no sudoeste do estado, na porção adjacente ao Planalto da Bodoquena, em áreas de difícil acesso e pouco povoadas. Ocorrem como gnaisses, migmatitos e rochas graníticas do Complexo Metamórfico do Rio Apa, granitos da Suíte Intrusiva Alumador e rochas metavulcânicas ácidas do Grupo Amoguijá, descritas por ARAÚJO *et al.* (1982). Existem, ainda, ocorrências de corpos granitóides, aflorantes em estreita faixa no sopé do Planalto Taquari - Itiquira, nas proximidades das cidades de Coxim e Rio Verde de MT, que não possuem ainda qualquer avaliação sobre a viabilidade econômica para o seu aproveitamento como brita, ou mesmo como rocha ornamental.

3.5 Rochas ornamentais

Porções metamorfozadas (marmorizadas) das rochas carbonáticas do Grupo Corumbá já foram extraídas como rocha ornamental em pedreira no Morro do Puga (Fazenda Santa Blanca), ao sul de Corumbá, em Bonito e na região norte do Planalto da Bodoquena. Todas as ocorrências encontram-se nas porções mais deformadas e falhadas da Faixa de Dobramentos Paraguai, expostas na parte leste do Planalto da Bodoquena.

Os mármore de Bonito foram analisados por SILVA *et al.* (1986) quanto às suas características técnico-econômicas, que os descreveram como metadolomitos de granulação fina, raramente microcristalina, pertencentes à Formação Bocaina. Apresentam variações nas tonalidades de cor do branco ao cinza e do rosa-acinzentado ao rosa-esbranquiçado. Esses dolomitos mostram porções silicificadas na forma de lâminas e vênulas e apresentam resultados satisfatórios quanto às características tecnológicas para uso em cantaria.

Em Porto Murtinho foi instalada uma usina de beneficiamento (corte e polimento) para granito extraído de jazida das proximidades. A leste desta cidade, ocorrem corpos graníticos do Complexo Rio Apa e da Suíte Intrusiva Alumiador (ARAÚJO *et al.*, 1982) e, ao norte, rochas alcalinas (sienitos) que merecem melhor caracterização tecnológica.

Sugere-se, também, a investigação da possibilidade de uso do quartzo de Duque Estrada (Miranda) como rocha ornamental, em função das facilidades de acesso (proximidade com a ferrovia) e qualidade do material, o qual pode fornecer boas condições de polimento, além de ser muito resistente à abrasão.

3.6 Rochas para revestimentos

As rochas para revestimento diferenciam-se das ornamentais por serem empregadas para calçamentos com pouco ou nenhum beneficiamento. As cidades de Campo Grande e Aquidauana foram por muito tempo calçadas com placas de formas irregulares de arenitos silicificados da Formação Botucatu, extraídas nas proximidades da estação ferroviária de Cachoeirão. Ainda hoje, blocos centimétricos de mármore branco e de calcário preto são lavrados, de forma rudimentar, em Bonito, empregados no revestimento

de calçadas na forma de mosaicos (*petit pavé*); para o mesmo fim, utiliza-se também o basalto.

3.7 Diamante

As principais regiões produtoras de diamante em Mato Grosso do Sul são as de Coxim e Aquidauana, ainda na forma de lavras garimpeiras em depósitos aluviais. Os diamantes são de cores claras, na forma de cristais octaédricos, com faces curvas e brilhantes, raramente apresentando impurezas e fraturas com pequenas dimensões (1/20 a 1/10 de quilate) e associados à ocorrência de carbonados (CORRÊA *et al.*, 1976, 1979).

3.8 Zeólitas

Classifica-se como zeólita um grande número de minerais naturais e sintéticos, de composição aluminossilicática hidratada de elementos alcalinos, caracterizados por uma estruturação de canais e cavidades interconectadas de dimensões moleculares. Esta estruturação microscópica confere às zeólitas uma superfície interna muito maior do que a superfície externa, o que permite transferência seletiva de materiais entre os espaços intracristalinos, limitada pelo diâmetro dos poros (LUZ & DAMASCENO, 1995). Essas características conferem às zeólitas baixa densidade, alto grau de hidratação e elevado potencial de troca catiônica, permitindo, assim, serem utilizadas na construção civil (materiais isolantes leves), na fabricação de cimento pozolânico, na agricultura e no tratamento de águas e efluentes, entre outras diversificadas finalidades.

Especificamente na agricultura, a zeólita é utilizada na manutenção da umidade do solo e na retenção de nutrientes (K e N) e defensivos agrícolas, em função de sua elevada capacidade de troca catiônica, o que confere a estes minerais grande importância ambiental na minimização da poluição dos cursos d'água de áreas de intensa atividade agrícola.

Em Mato Grosso do Sul, foi descrita ocorrência de zeólita na forma de cimento em arenitos intratrapianos e em amígdalas de basaltos da Formação Serra Geral (Eocretáceo), nas proximidades de Nioaque (FARJALLAT & SUGUIO, 1966), com origem atribuída a soluções hidrotermais penecontemporâneas aos derames basálticos superiores. Apesar de não apre-

sentar importância econômica, essa ocorrência demonstra a necessidade da investigação de outras áreas de exposição da Formação Serra Geral com vista a possíveis ocorrências mais expressivas destes minerais.

3.9 Calcita

A calcita, em função da sua composição química (CaCO_3), apresenta amplo emprego na indústria, onde é utilizada na fabricação de borracha, fibra de vidro, cosméticos, etc. Este mineral mostra também o fenômeno óptico da birrefringência, característica esta que permite empregá-lo na indústria óptica, para a qual são necessários cristais sem inclusões e impurezas, de dimensões centimétricas e perfeitos.

Existem ocorrências de calcita distribuídas ao longo do Planalto da Bodoquena e nos arredores do Maciço do Urucum. Encontram-se estas na forma de veios, geralmente na cor branca e associadas a fluoritas roxas. Calcitas incolores, algumas com características ópticas, ocorrem na região de Morraria (30km a oeste de Bodoquena) e 9,5km a oeste de Bonito, na estrada que liga esta cidade à Fazenda Baía das Garças, na margem esquerda do Córrego Queima Boca; essa ocorrência já foi submetida a trabalhos rudimentares de pesquisa, merecendo porém dimensionamento do volume.

Ao sul de Corumbá, com acesso pela estrada para o Forte Coimbra, existe jazida de calcita óptica no Morro do Cristal, com lavra atualmente paralisada.

3.10 Grafita

CORRÊA *et al.* (1976, 1979) mencionaram a presença de lentes de grafita intercaladas nos metapelitos nos córregos Taquaraçu e Barro Branco, a nordeste de Bonito. NOGUEIRA *et al.* (1978) descreveram ocorrências mais expressivas a sudeste de Miranda (20°30' latitude N, 56°15' longitude W), formando amplas faixas de xistos e quartzitos grafitosos, com 20km de comprimento e espessuras de até 100m. No entanto, nenhum estudo mais pormenorizado foi efetuado visando à exploração destes depósitos.

3.11 Minerais evaporíticos

Por volta de 1940, a presença de áreas alagáveis, conhecidas popularmente por “barrei-

ros” e “lagoas salinas” no Pantanal, especificamente na região do Pantanal da Nhecolândia, chamou a atenção do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral - DNPM para a possibilidade da existência de sais potássicos na região. Estas lagoas foram estudadas por CUNHA (1943), que concluiu apresentarem águas com composição cloro-bicarbonatadas sódicas, com baixos teores de potássio ($\text{Na/K} = 8/1$). O pH das águas destas lagoas atinge valores elevados (9 a 10), mantido nestes níveis apenas nas lagoas isoladas das inundações. Nas bordas esbranquiçadas deste tipo de lagoa, tidas como concentrações de sais, foi identificada apenas a concentração de carapaças de ostracodes.

Os “barreiros”, regiões naturais procuradas pelos animais selvagens e pelo gado para suprimento de sais minerais, que ocorrem na região do Rio Jauru, nos arredores de Cáceres (MT) e ao longo do Rio Negro e do Rio Miranda, também foram investigados por CUNHA (1943), o qual identificou nestes a presença de pequenas quantidades de nitratos (aproximadamente 2%), cloretos (10%) e bicarbonato (12% a 14%). A constatação de serem essas “lagoas salinas” na verdade lagoas alcalinas, por apresentarem Na^+ e K^+ , com pH elevado, demonstra a possibilidade de apresentarem ocorrências de trona.

Os minerais do grupo da trona, minerais constituídos por íons de sódio e carbonatos, têm origem por evaporação não-marinha, em lagoas de águas carbonáticas e de pH superior a 9, em ambiente continental de *sabkha* ou *playa*, distais a leques aluviais, com disponibilidade de Na^+ , geralmente fornecida pela lixiviação de rochas vulcânicas ácidas e tufos. Esses minerais, após o beneficiamento, são comercialmente identificados como *soda ash*, barrilha ou carbonato neutro de sódio, com ampla aplicação na indústria do vidro, química (sabão e detergentes), metalurgia e no tratamento de águas (SILVA & DEL MONTE, 1987).

A título de curiosidade, uma ocorrência de trona foi descrita por SILVA & DEL MONTE (1986) em Mineiros (GO), na forma de crostas de poucos centímetros de espessura, nas bordas de um pequeno lago no interior de uma caverna em arenito da Formação Aquidauana.

3.12 Areia industrial

Em termos técnicos, a areia é definida como massa mineral industrial inconsolidada de

alto teor em sílica, constituída de grãos de tamanhos definidos e compostos predominantemente de quartzo, os quais têm forma e textura superficial que podem variar amplamente. Sob a denominação de areia industrial é definida a areia beneficiada como insumo mineral pelas indústrias, empregada para fins cerâmicos, fabricação de vidro, metalurgia (siderurgia e moldes de fundição), filtros e abrasivos, havendo para cada finalidade exigências quanto à cor, limpeza e forma, granulometria e integridade dos grãos (NAVA, 1994).

O Estado de Mato Grosso do Sul não apresenta ainda nenhuma lavra de areia industrial, merecendo, para esta finalidade, investigações das exposições de arenitos da Formação Botucatu, na região de Nioaque, Rochedo e a leste de Coxim, os quais podem ser empregados tanto na industrialização de vidro quanto como moldes para fundição, devido à pureza e à boa seleção granulométrica.

3.13 Quartzo

O uso de materiais silicosos em tempos modernos remonta às nossas origens, quando o sílex era amplamente empregado na elaboração de artefatos como pontas de flecha e demais utensílios de pedra lascada. Atualmente, a sílica na forma de quartzo é de grande importância na fabricação de fibra óptica e demais componentes eletrônicos, passando assim a representar um mineral estratégico e de grande importância econômica.

Ocorrência de cristais de quartzo incolores e puros é mencionada na Serra do Amolar, às margens do Rio Paraguai, ao norte de Corumbá, em rochas quartzíticas. Há também veios de quartzo, com aglomerados de cristais bem formados, cortando os filitos do Grupo Cuiabá, a leste de Bodoquena e Bonito. Em Morraria, a oeste de Bodoquena, existe concentração de cristais de quartzo de 1 a 2cm de comprimento entre colunas de estruturas estromatolíticas de dolomitos do Grupo Corumbá; com a dissolução do carbonato, ocorre concentração destes cristais no solo, existindo notícias de que já foram extraídos de forma rudimentar.

Nas proximidades de Bonito, ametistas de cor violeta-clara foram extraídas de cavernas (Gruta da Ametista) e comercializadas como gema, estando essa atividade atualmente paralisada.

3.14 Ágatas

Ágatas são agregados silicosos caracterizados pelo aspecto zonado, com origem associada à formação de geodos em derrames basálticos. A região centro-sul brasileira apresenta extensas exposições de rochas basálticas (Formação Serra Geral) na quais se originaram geodos de dimensões variadas, revestidos internamente por ametistas roxas e por ágata, muito apreciadas como ornamento, principalmente as primeiras.

Em Mato Grosso do Sul, as exposições de basaltos da Formação Serra Geral apresentam-se pobres em geodos. Ao longo da parte alta do Rio Miranda, nas regiões de Nioaque e Jardim, existem cascalheiras onde se concentram blocos de ágata, resíduos da decomposição e erosão da rocha basáltica, ainda pouco utilizados com finalidade ornamental, geralmente cortados na forma de placas milimétricas que são posteriormente polidas.

Blocos e seixos de ágatas, associados a seixos de calcedônia com estruturas estromatolíticas, ocorrem também no leito e terraços fluviais parcialmente limonitizados do Rio Paraná (GUDICINI, 1973; BOGGIANI *et al.*, 1991), os quais foram amplamente empregados como agregado na construção das barragens de concreto ali presentes.

3.15 Espongilitos

Espongilito é uma rocha originada pelo acúmulo de espículas silicosas de esponjas associada a carapaças de algas diatomáceas, areia quartzosa, argila e matéria orgânica. Quando a quantidade de carapaças de diatomáceas é superior à de esponjas, a rocha é denominada diatomito, e ambos materiais têm origem principalmente lacustre, sob condições ambientais específicas que possibilitam o desenvolvimento destes organismos, juntamente com o aporte apropriado de sílica solúvel.

Tanto as carapaças de diatomáceas quanto as espículas de esponjas são silicosas e diferem quanto à forma, sendo as primeiras circulares e maciças e as espículas de esponjas microtubos aciculares (MOTTA *et al.*, 1986; VOLKMER-RIBEIRO & MOTTA, 1995).

Os locais de ocorrência de espongilitos são conhecidos popularmente como "lagoas de pó-de-mico", devido à coceira que esse material provoca quando em contato com a pele, ocasionada pela forma acicular das espículas.

Os espongilitos, assim como os diatomitos, são empregados como isolantes térmicos, filtros, abrasivos moderados, cargas para tintas e absorventes, sendo o Estado da Bahia o principal produtor brasileiro (PETRI & FÚLFARO, 1983) e o Estado de São Paulo, o maior consumidor, inclusive da totalidade do material vindo do exterior (MOTTA *et al.*, 1986).

No Estado de Mato Grosso do Sul, depósito de espongilito da região de Paranaíba foi detalhadamente estudado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1984; SOUZA *et al.*, 1988). Este depósito situa-se na Lagoa de Araré, um corpo d'água raso, com 300m de diâmetro, onde a camada de espongilito apresenta 2m de espessura e coberta por camada de 1m de turfa, onde foi estimada uma reserva de 132.000m³.

O depósito da Lagoa de Araré se integra no que se esboça como ampla província que abrange o Triângulo Mineiro, norte de São Paulo, sudoeste de Goiás e nordeste de Mato Grosso do Sul, onde os depósitos teriam sido originados pelo desenvolvimento de esponjas em lagos pretéritos, provavelmente holocênicos (VOLKMER-RIBEIRO & MOTTA, 1995).

VOLKMER-RIBEIRO & MOTTA (1995) ressaltaram o problema ambiental gerado pela intensa e generalizada exploração destes depósitos, o que resulta em prejuízo científico e ambiental, acrescido do econômico, uma vez que o material extraído foi subutilizado, ao ser aplicado apenas para fabricação de tijolos comuns e telhas por pequenas olarias, sendo que

poderia ter sido empregado para fins mais nobres e com maior valor econômico.

4 CONCLUSÕES

A mineração de bens minerais não-metálicos no Estado de Mato Grosso do Sul está restrita a jazidas de calcários, dolomiticos e depósitos de argila ainda pobremente estudados. Os demais bens minerais, como mármore, rochas fosfáticas e areia industrial, requerem ainda trabalhos de pesquisa mineral mais acurados. A busca de novos recursos minerais fica sujeita a um melhor conhecimento geológico do estado, ainda insuficiente para o planejamento das atividades minerais. Tal conhecimento é também necessário para minimizar o impacto ambiental e otimizar o aproveitamento destes recursos.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores externam seus agradecimentos ao Prof. Dr. Thomas R. Fairchild (IGUSP) e aos dois revisores da revista pelos comentários e sugestões apresentadas. O presente artigo resulta de uma série de trabalhos de pesquisa desenvolvidos pelos autores, que contaram com o apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e financiamentos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processos 94/3352-2, 95/1227-9) e do Conselho de Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - CECITEC (protocolos 50-20010-016-92 e 50-20010047-94).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, L. 1978. Projeto Rondonópolis. Pesquisa de fosfato nas regiões de Rondonópolis, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Ponte Branca - MT e Caiapônia - GO. Goiânia, DOCEGEO (relatório interno), 49 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1945. Geologia do Sudoeste matogrossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia* Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, (116): 1-118.
- . 1965. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil. *Boletim de Geologia e Mineralogia*, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Rio de Janeiro, (219): 1-96.
- ARAÚJO, H.J.T. de; SANTOS NETO, A. dos; TRINDADE, C.A.H.; PINTO, J.C. de A.; MONTALVÃO, R.M.G. de; DOURADO, T.D. de C.; PALMEIRA, R.C. de B.; TASSINARI, C.C.G. 1982. *Folha SF-21 - Campo Grande, 1 - Geologia*. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, v. 28, p. 9-124.
- BOGGIANI, P.C. & COIMBRA, A.M. 1995. Quaternary limestone of the Pantanal area, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67 (3): 343-349.

- BOGGIANI, P.C.; GESICKI, A.L.D.; COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C. 1994. Argilas das Formações Ponta Grossa e Aquidauana em Mato Grosso do Sul. IX SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, 9 Campo Grande, nov./1994. *Boletim de Resumos...* Campo Grande, UFMS, p. F. 3-001
- BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M.; FAIRCHILD, T.R. 1991. Proveniências dos clastos silicosos das cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo. *Atas...*, São Paulo, SBG, p. 1-7.
- BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M.; HACHIRO, J. 1996. Evolução Paleogeográfica do Grupo Corumbá (Neoproterozóico). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, 1996. *Anais...* Salvador, SBG, v. 6, 132-134.
- BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M.; RIBEIRO, F.B.; FLEXOR, J.; SIAL, A.N.; FERREIRA, V.P. 1998. Significado paleoclimático das Lentes Calcárias do Pantanal do Miranda - Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, Belo Horizonte, 1998. *Anais...* Belo Horizonte, p. 88.
- BOGGIANI, P.C.; FAIRCHILD, T.R.; COIMBRA, A.M. 1993. O Grupo Corumbá (Neoproterozóico-Cambriano) na região Central da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul (Faixa Paraguai). *Revista Brasileira de Geociências*, 23 (3): 301-305.
- CORRÊA, J.A.; CORREIA FILHO, F.C.L.; SCISLEWSKI, G.; NETO, C.; CAVALLON, L.A.; CERQUEIRA, N.L.S.; NOGUEIRA, V.L. 1979. Geologia das regiões Centro e Oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM/CPRM. *Série Geologia Básica*, 3, 111 p., mapa geológico na escala 1:250.000.
- . 1976. *Geologia das regiões Centro e Oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena*. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM/CPRM. Relatório Final (inédito), Goiânia.
- CUNHA, J. da. 1943. Cobre do Jauru e lagoas alcalinas do Pantanal (Mato Grosso). *Boletim do Laboratório da Produção Mineral*, Departamento Nacional da Produção Mineral, 6: 7-54.
- DAMASCENO, E.C. 1994. Importância geológica, econômica e tecnológica dos minerais industriais não-metálicos. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 1, São Paulo. *Boletim de Resumos...* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo São Paulo, p. 1-6.
- DEL'ARCO, J.O.; SILVA, R.H. da; TRAPANOFF, I.; FREIRE, F.A.; PEREIRA, L. G. M.; SOUZA, S.L.; LUZ, D.S. da; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARI, C.C.G. 1982. *Folha SE-21 Corumbá e parte da Folha SE-20; Geologia*. Projeto RADAM-BRASIL, Rio de Janeiro, v.27, p. 25-160.
- FARJALLAT, J.E.S. & SUGUIO, K. 1996. Observações sobre a zeolitização em basalto e arenito, Nioaque, Mato Grosso. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 15 (3): 51-58.
- FIGUEIREDO, J.A. de & CAVALLON, L.A. 1975. *Projeto Fosfato de Mandioré. Relatório Final*. DNPM/CPRM, (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2459), 35 p.
- GESICKI, A.L.D.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M. 1996. Evidência de avanço glacial na Formação Aquidauana (Neopaleozóico da Bacia do Paraná) no Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, 1996. *Anais...* Salvador, SBG, v. 1, p. 124-126.
- . 1998. The Aquidauana Formation (Paraná Basin) in the context of Late Paleozoic Glaciation in Western Gondwana. *Journal of African Earth Sciences - Special Abstracts Issue Gondwana 10: Event Stratigraphy of Gondwana*, 27 (1): 81-82.
- GUIDICINI, G. 1973. *Terraços Fluviais no Interior da Bacia do Alto Paraná*. Seminário do Curso de Pós-Graduação "Sedimentação" do Prof. Dr. Kenitiro Suguio (Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo), 23 p.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1984. *Pesquisa de ocorrência de*

- diatomito nos municípios de Aparecida do Tabuado e Paranaíba - MS. São Paulo, 177 p. (IPT, relatório 21.427).*
- LUZ, A.B. & DAMASCENO, E.C. 1995. Zeólitas: propriedades e usos industriais. *Brasil Mineral*, 134: 48-51.
- MOTTA, J.F.M.; CABRAL Jr., M.; CAMPANHIA, V.A. Diatomitos e espongilitos no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. *Anais...* Goiânia, 1986, v. 5, p. 2329-2341.
- NAVA, N. 1994. Geologia e características tecnológicas das areias industriais do Estado de São Paulo. In: *Workshop Recursos Minerais Não-Metálicos para o Estado de São Paulo. 1, São Paulo. Boletim de Resumos...* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo São Paulo, p. 51-53.
- NOGUEIRA, V.L.; OLIVEIRA, C.C.; FIGUEIREDO, J.A.; CORRÊA FILHO, F.C.L.; SCISLEWSKI, N.G.; SOUZA, M.R.; MORAES FILHO, J.C.R.; LEITE, E.A.; SOUZA, N.B.; SOUZA, J.O.; CERQUEIRA, N.L.S.; VANDERLEI, A.A.; TAKASCHI, A.T.; ABREU FILHO, W.; ROSITO, J.; OLIVATTI, O.; HAUSEN, J.E.P.; GONÇALVES, G.N.D.; RAMALHO, R.; PEREIRA, L.C.B. 1978. *Projeto Bonito-Aquidauana. Relatório Final*. Goiânia, DNPM/CPRM, 14 v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2.744).
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. 1983 *Geologia do Brasil*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 631 p.
- PUTZER, H. 1961. Formações de crostas quaternárias na América do Sul. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, 33(193):13-18
- SILVA, P.J. da, GODOY, W.P.K. de; CARUSO, L.G. 1986. Avaliação técnico-econômica dos mármore da região de Bonito - Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia. *Anais*. Goiânia, 1986, SBG, v. 5, p. 2.397-2.401.
- SILVA, R.B:da & Del MONTE, E. 1986. Considerações sobre a gênese da trona de Mineiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986, Goiânia, *Anais...*, Goiânia, 1986, SBG, v. 5 p. 2.322 - 2.328
- 1987. Mineralizações de Trona na Bacia do Paraná: uma possibilidade. *Brasil Mineral*, janeiro de 1987, 124: 25-34
- SOUZA SANTOS, P. 1989. *Ciência e Tecnologia de Argilas*. 2ª edição, Editora Edgard Blücher, vol. 1, 408 p.
- SOUZA, D.D.D.; JORDÃO, M.A.P.; DIAS, E.G.C.; NEVES, M.R. 1988. Estudos preliminares de beneficiamento de espongilito da Lagoa de Araré, MS. In: ENCONTRO NACIONAL DO TALCO, 4, e SIMPÓSIO DE CARGAS MINERAIS, 2, 1988, Ponta Grossa. *Anais...*Sindicato da Indústria de Extração de Minerais Não Metálicos de Ponta Grossa, 1988, p. 257-283.
- STEVAUX, J.C. 1994. Geomorfologia, Sedimentologia e Paleoclimatologia do Alto Curso do Rio Paraná (Porto Rico, PR). *Boletim Paranaense de Geociências*, 42:97-112
- VALVERDE, F.M. & SINTONI, A. 1994. Perfil da Mineração de matérias-primas para construção civil no Estado de São Paulo. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO. 1, São Paulo. *Boletim de Resumos...* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo São Paulo, p. 31-34.
- VOLKMER-RIBEIRO, C. & MOTTA, J.F.M. 1995. Esponjas formadas de espongilitos em lagoas no Triângulo Mineiro e adjacências, com indicações de preservação de habitat. *Biociências*, Porto Alegre, 3(2): 145-169.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade in class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30:377-392.

Endereços dos autores:

- Paulo César Boggiani - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Caixa Postal 549 - CEP 79 070-900 - Campo Grande - MS, Brasil, E. mail: boggiani@nin.ufms.br
 - Claudio Riccomini - Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo - Caixa Postal 11 348, CEP 05422-970, São Paulo - SP, Brasil, E-mail: riccomin@usp.br