

## OCORRÊNCIAS MINERAIS NA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA

Carlos Ivan Santana ( Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM )

### OCORRÊNCIAS SUPERFICIAIS

#### Sedimentos Calcários

A plataforma continental brasileira representa a mais longa plataforma contínua dominada por sedimentos carbonáticos no mundo, estendendo-se desde o Rio Pará (0,5°S) até Cabo Frio (23°S).

Nas regiões norte, nordeste e leste, até Cabo Frio (RJ), são encontrados em faixas de larguras variáveis, por vezes descontínuas e provenientes, principalmente, de atividades de algas calcárias. Na região sul são representados pelos concheiros naturais e por acumulações de origem antrópica denominadas "sambaquis", de grande interesse antropológico/arqueológico e, por isso mesmo, preservadas por órgãos ambientais.

Concheiros também ocorrem localmente em outras regiões como na Baía de Todos os Santos (BA) e na Lagoa de Araruama (RJ).

MONT'ALVERNE & COUTINHO (1982), considerando uma área entre as isóbatas de 20 a 30 m na plataforma continental de Pernambuco, admitindo uma espessura média de apenas 1,50m de sedimentos, calcularam uma reserva inferida de  $1.926 \times 10^6$  t, o que permitiria uma lavra ininterrupta de um milhão de t/ano durante quase dois milênios.

Com relação aos concheiros da plataforma continental interna do Rio Grande do Sul, CORREA (1983) estimou as reservas ocorrentes em cerca de 926.400.000m<sup>3</sup> de material bioclástico.

Na costa nordeste, há uma região considerada mais promissora para futura prospecção, dada sua maior proximidade da costa e por estar o calcário aflorando a pouca profundidade, além de se situar junto ao mercado consumidor. Têm particular importância os biodetritos resultantes da destruição dos recifes, conhecidos como "maerl". Tais biodetritos já são explorados em vários países, principalmente na França, onde sua exploração é feita em escala industrial desde 1960 (KEMPF, in: CPRM, 1976b), tendo a produção atingido 525.000 t em 1982 (HALE & McLAREN, 1984). O "maerl" ali explorado tem teores de Ca e Mg e composição dos seus elementos-traços semelhantes aos do nordeste brasileiro.

#### Fosfato

Os depósitos de fosforita ocorrem na plataforma continental, principalmente na sua porção mais externa e no talude superior, e se aglutinam sob a forma de partículas do tamanho da areia ou de nódulos, quando as águas ressurgentes, ricas em nutrientes, ascendem o talude e encontram as águas superiores mais quentes. De um modo geral, o conteúdo de

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dos depósitos marinhos é inferior ao daqueles atualmente minerados no continente. Sabe-se também que, devido ao sistema de circulação global das águas nos oceanos, as fosforitas são mais comumente encontradas ao longo da margem oeste dos continentes (BLISSENBACH, 1979). No caso do Atlântico, os depósitos do lado africano seriam mais comuns do que os do lado sul-americano.

No caso do Brasil, a única ocorrência importante foi registrada no platô do Ceará, durante os trabalhos do Projeto REMAC, quando dragagens realizadas entre 305 e 270 m e entre 1.371 e 390 m recuperaram sedimentos inconsolidados, ricos em carapaças de foraminíferos e rochas sedimentares fosfatadas com teores de até 18,4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (GUAZELLI & COSTA, 1978).

EM 1976, o Projeto REMAC recuperou, no chamado "Guyot" do Ceará, calcilutitos e crostas de calcário com teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entre 5 e 15% e entre 15 e 30% (GUAZELLI, COSTA & KOWSMANN, 1977).

Outras ocorrências de menor importância foram constatadas no Platô do Rio Grande do Norte e no Platô de Pernambuco. São, entretanto, registros inexpressivos e mesmo os do Platô do Ceará não têm significado econômico.

Depósitos de fosforita marinha foram também descritos por KLEIN *et al* (1992), sob a forma de concreções na região denominada terraço do Rio Grande, na margem continental do Rio Grande do Sul, a uma profundidade entre 500 a 600 m. A análise da composição química apresentou teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em torno de 15 a 16%.

### **Depósitos de Pláceres (Minerais Pesados)**

Concentrações e ocorrências de minerais pesados estão presentes em grande parte da faixa litorânea brasileira, emersa e imersa, desde a costa do Pará até o Rio Grande do Sul. Depósitos costeiros são minerados no litoral emerso na Paraíba, na Bahia, no Espírito Santo e no norte do Estado do Rio de Janeiro, onde alguns já têm aproveitamento em escala industrial, como é o caso da ilmenita (titânio), rutilo, monazita e zircão. O diamante poderá ocorrer em depósitos de pláceres fluviais, adjacentes às desembocaduras dos rios Pardo-Salobro e Jequitinhonha, no litoral do Estado da Bahia.

Alguns dos depósitos costeiros ocorrem próximos ou mesmo nas praias e, como devem se estender para a plataforma, é possível que existam depósitos ainda desconhecidos, recobrendo o assoalho marinho.

Foram realizados pela CPRM /CNEN os projetos Cumuruxatiba, no litoral da Bahia, e Buena, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. O primeiro cubou 171.000 t. de ilmenita, 4.000 t. de monazita e 3.000 t. de zircão; o segundo cubou 758.000 t. de ilmenita, 47.000 t. de monazita e 365.000 t de zirconita + rutilo.

No início dos anos noventa, foram descobertos importantes depósitos de minerais pesados nos cordões de dunas recentes da restinga da Laguna dos Patos, planície costeira do Rio Grande do Sul. Estão são os maiores pláceres de minerais pesados conhecidos no Brasil (MUNARO, 1994).

Foram também identificadas importantes ocorrências de minerais pesados nos pláceres eólicos existentes no extremo sul do país, na linha de costa ao Sul do Farol do Albardão até o Chuí, na divisa com o Uruguai.

Em várias amostras recolhidas pelo Projeto REMAC foram encontrados teores anômalos de minerais pesados, principalmente na plataforma fronteira ao delta do Rio Paraíba do Sul (RJ) e na plataforma interna do Rio Grande do Sul, fronteira ao farol de Albardão. Na primeira, os componentes principais são ilmenita e monazita; na segunda, ilmenita e zircão. A área considerada como favorável para ouro, ao largo do Estado do Maranhão, entre as desembocaduras dos rios Gurupi e Turiaçu, tem potencialidade para ser uma importante província aurífera da faixa litorânea. Os garimpeiros procuram o ouro entre as linhas das marés alta e baixa e recomenda-se que seja feito um trabalho em todo o distrito aurífero do Gurupi, tanto na sua porção emersa quanto na submersa.

### **Nódulos Polimetálicos**

Os nódulos polimetálicos, ou nódulos de manganês, ocorrem geralmente a grandes profundidades, em torno de 4.000m, nas bacias oceânicas; em profundidades mais rasas, as concentrações são menos expressivas. São mais abundantes no Pacífico Norte. Contêm concentrações médias de 2,5 a 3% de níquel, cobre e cobalto e um teor médio de 25% de manganês (BLISSENBACH, 1979).

O parâmetro mais importante na formação de nódulos e incrustações polimetálicas é o grau de oxidação do ambiente deposicional.

A razão Mn/Fe nas concreções marinhas varia de 45 a menos de 1.

Durante o cruzeiro CHAIN-115, realizado em 1974, com a participação do Projeto REMAC, uma dragagem efetuada no Platô de Pernambuco recuperou cerca de 150 kg de material constituído principalmente de nódulos polimetálicos. No recobrimento metálico desses nódulos foram medidos teores de 20 a 30% de manganês, de 30% (em média) de ferro, de 0,20 a 1,40% de níquel, de 0,6 a 1,55% de cobalto, de 0,04, a 0,23% de cobre, de 0,08 a 0,53% de chumbo e de 0.12% (em média) de zinco.

O Projeto REMAC voltou a recuperar, naquele platô, em outro cruzeiro realizado em 1976, juntamente com DHN/MM, nódulos e crostas manganesíferas.

## **Outras Ocorrências**

O Projeto "Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Margem Continental Brasileira", realizado pela CPRM para a CIRM, em 1985, revelou valores anômalos de alguns elementos químicos presentes nos sedimentos que recobrem o assoalho submarino, fronteiro à costa brasileira.

Assim, o vanádio, presente na foz do rio São Francisco e na costa de Sergipe, deve ter sido transportado dos depósitos que ocorrem no Município de Campo Alegre de Lourdes, no oeste da Bahia, na área de drenagem do rio São Francisco. O mesmo deve acontecer com as ocorrências presentes na foz do rio Itapicuru, cuja bacia de drenagem corta os sedimentos da Formação Sergi. Nesta região ocorre a associação metalogenética: arenito continental, urânio, vanádio e cobre, definida por STANTON (1972). Analogamente, o vanádio que ocorre ao sul de Salvador, em frente e adjacente à Baía de Marauá, deve ter sido transportado da região do município de Maracás, onde são conhecidas ocorrências de pentóxido de vanádio ( $V_2O_5$ ).

Há ainda ocorrências de manganês, nos sedimentos superficiais da plataforma continental do Rio Grande do Sul, que podem estar relacionadas à presença dos nódulos polimetálicos que ocorrem na margem continental brasileira, na "Passagem Abissal do Rio Grande". Da mesma maneira, os valores relativamente anômalos de cobalto e níquel dos sedimentos adjacentes à foz do rio São Francisco podem refletir os valores elevados destes elementos nos nódulos polimetálicos que ocorrem no Platô de Pernambuco.

## **OCORRÊNCIAS DE SUBSUPERFÍCIE**

### **Evaporitos**

A bacia evaporítica marginal brasileira, de idade aptiana, constituída de depósitos de anidrita, gipsita, salgema e sais de potássio e magnésio, se estende desde o Platô de São Paulo, ao sul, até a Bacia de Alagoas, ao norte, ocorrendo na porção emersa de algumas bacias marginais, com é o caso das Bacias do Espírito Santo e de Sergipe/Alagoas. A maior largura desta bacia salífera verifica-se no seu extremo sul, defronte a Santos (SP), onde se estende por 650 km até o Platô de São Paulo.

O sal tanto pode ocorrer estratificado quanto formando estruturas dômicas ou do tipo almofada; os domos ocorrem na porção sul e no leste-meridional da bacia evaporítica. Na bacia de Sergipe/Alagoas, onde o sal ocorre estratificado ou formando almofadas, também já se encontrou sais de potássio e magnésio (carnalita e silvinita) em poços perfurados pela PETROBRÁS na plataforma fronteira a Aracaju.

Carnalita e taquidrita também foram constatadas em dados de perfis de um poço na plataforma continental do Estado de São Paulo, mas não se conhece sua extensão lateral (ROCHA, 1975).

Os domos presentes nas regiões de Abrolhos Norte e Mucuri, na plataforma sul do Estado da Bahia, além dos que ocorrem nas áreas de Barra Nova e Rio Doce, no litoral do Espírito Santo, estão em profundidades relativamente rasas, tanto das respectivas lâminas d'água como dos topos dos domos.

### **Enxofre**

Estudando-se os domos de sal presentes na margem continental leste, com base nas seções sísmicas, mapas gravimétricos e dados de poços da PETROBRÁS, foram selecionadas, dentre 21 estruturas, 3 com possibilidades de conter enxofre em suas rochas capeadoras. Tais domos se situam na região fronteira à foz do rio Doce, onde inclusive já se constataram indícios de enxofre na parte emersa da Bacia do Espírito Santo.

### **Carvão**

No Brasil, o carvão é encontrado na formação Rio Bonito, de idade Permiano Médio, na Bacia do Paraná.

Na faixa costeira do Rio Grande do Sul, na própria linha de praia, alguns poços perfurados pela CPRM identificaram, entre as profundidades de 700 e 800 m, até dez camadas de carvão em um só poço, com espessura total de 9,33 m e espessuras individuais variando entre 0,35 m e 2,60 m. Foi comprovada a extensão para "offshore" das camadas de carvão. Como a própria Bacia Sedimentar do Paraná estende-se para a plataforma continental, na faixa entre Araranguá e Tramandaí, é bem provável que sejam ali encontradas importantes jazidas submarinas de carvão.

### **MINERAÇÃO MARINHA**

Excluindo hidrocarbonetos, praticamente não há qualquer mineração na margem continental brasileira. Na faixa costeira, eventualmente se desdobrando até a zona de baixa-mar, existe alguma exploração de calcários no Nordeste, de barita na Bahia e minerais pesados na Bahia, Paraíba, Espírito Santo e Rio de Janeiro e dragagens de concheiros na Baía de Todos os Santos e na Lagoa de Araruama, no Estado do Rio de Janeiro.

A única experiência brasileira de maior importância em extração e remanejamento de material sólido do fundo marinho, assim mesmo em águas rasas, é a dragagem por sucção, feita para desobstrução de portos, vias navegáveis e retificações de praias.

## CONCLUSÕES

Com exceção do petróleo, em que a produção "off-shore" assume papel cada vez mais importante, não se vislumbra, a curto prazo, grandes possibilidades para a implantação de projetos de mineração na plataforma continental brasileira.

Com a globalização da economia, o comércio de bens minerais crescerá ainda mais e, como consequência, um novo projeto só deverá ser implantado se o bem a ser produzido tiver condições de competir com as fontes de produção já existentes, inclusive no exterior.

Entretanto, no momento em que todos os países procuram afirmar sua jurisdição sobre as respectivas margens continentais e estender ao máximo sua soberania ou controle dos recursos naturais existentes nos oceanos, não se deve esquecer que o direito internacional tem reconhecido que a presença efetiva, inclusive através da realização de trabalhos de pesquisa científica, é fator importante para gerar jurisdição sobre áreas ainda não apropriadas. Como exemplo pode-se citar os direitos obtidos na Antártida por Estados Unidos, Reino Unido e a antiga União Soviética. Embora sejam países geograficamente distantes do continente austral, os trabalhos de exploração e pesquisa científica que lá executaram geraram direitos reconhecidos pela comunidade internacional.

Nestas condições, a pesquisa geológica na margem continental brasileira, embora sem retorno econômico imediato previsível, servirá para reafirmar a soberania nacional sobre o mar territorial brasileiro e será trunfo decisivo nas conferências internacionais de fixação de limites oceânicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLISSENBACH, E. (1979). Prospective Sedimental Mineral Potential of the South American Atlantic Margin. Memórias del Seminário sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur - Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la UNESCO para América Latina y el Caribe, pp. 383-483, Montevideo.

CPRM. (1976b). Anteprojeto Enxofre na Bacia Evaporítica do Espírito Santo.

GUAZELLI, W. & COSTA, M.P.A. (1978). Ocorrência de Fosfato no Platô do Ceará. Série Projeto REMAC, (3):7-14, Rio de Janeiro.

GUAZELLI, W., COSTA, M.P.A. & KOWSMANN, R.O. (1977). Cruzeiro Platôs Marginais do Nordeste Brasileiro. Resultados Geológicos Preliminares. Atas do VIII Simpósio de Geologia do Nordeste, pp. 101-110, Campina Grande.

HALE, P.B.; McLAREN, P.(1984). A Preliminary Assessment of Unconsolidated Mineral Resources in Canadian Offshore. Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, september: 1-10.

KLEIN, A.H.; GRIEP, G.; CALLIARI, L.J.; VILLWOCK, J.A. (1992) Ocorrência de concreções fosfáticas no Terraço do Rio Grande. 37o Congresso Brasileiro de Geologia. Resumos Expandidos: 202-203, Camboriú, SC.

MONT'ALVERNE, A.; COUTINHO, P.N. (1982). Províncias Sedimentares da Plataforma Contintal de Pernambuco, Anais XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Bahia. 1524-1530.

MUNARO, P. (1994) Geologia e Mineralogia do Depósito de Minerais Pesados de Bojurú, RS. Dissertação de Mestrado, 96 pgs. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, RS.

ROCHA, J.M. (1975). Recursos Minerais do Mar - Parte II - Recursos Subsuperficiais. Relatório Interno do Projeto REMAC, 23pp., Rio de Janeiro.