

Sessão — dia 04/08/77

ÍNDICE

RESUMO

INTRODUÇÃO

GEOLOGIA REGIONAL

PERQUISA

GEOLOGIA DOS DEPOSITOS

“PROJETO MAGNESITA — BRUMADO/BA”

REFINAMENTO

BIBLIOGRAFIA

DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA

Geol. MARCOS ANTONIO ZAMBRANO

RESUMO

O Projeto Magnésita se refere às pesquisas geológicas e aos estudos de beneficiamento que estão sendo desenvolvidos pela CERÂMICA DE QUARULHOS S.A. — CEGUSA e INDUSTRIAS BRASILEIRAS DE ARTIGOS REFRACTORIOS S.A. — IBAR (GRUPO VOTORANTIM) para obtenção de magnésita sintética e de concessão de lavra situada na parte norte e oeste da Serra das Águas, no município de Brumado, sul do Estado da Bahia.

ÍNDICE

RESUMO

INTRODUÇÃO

GEOLOGIA REGIONAL

PESQUISA

GEOLOGIA DOS DEPÓSITOS

LAVRA

BENEFICIAMENTO

BIBLIOGRAFIA

DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA

RESUMO

O Projeto Magnesita se refere às pesquisas geológicas e aos estudos de beneficiamento que estão sendo desenvolvidos pela CERÂMICA DE GUARULHOS S.A. — CEGUSA e INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE ARTIGOS REFRACTORIOS S.A. — IBAR (GRUPO VOTORANTIM), em áreas de autorização de pesquisa e de concessão de lavra situadas na parte norte e oeste da Serra das Éguas, no município de Brumado, sul do Estado da Bahia.

A Serra das Éguas é formada por rochas pré-cambrianas pertencentes ao Complexo Metamórfico de Brumado, da seqüência Pré-Espinhaço. Trata-se de um complexo constituído predominantemente por gnaisses, dolomitos, quartzitos e anfibolitos.

Os principais depósitos de magnesita estão encaixados nos dolomitos. A magnesita exhibe colorações branca, cinza e creme, granulação fina a média, predominando a textura sacaroide.

Os trabalhos de pesquisa constaram das seguintes etapas: levantamento topográfico; mapeamento geológico; execução de poços, trincheiras e cachimbos; execução de 2675 m de sondagem rotativa; amostragem, análise química, difração de raios X, análise espectral semiquantitativa e microscopia.

Atualmente, estão em fase final os testes tecnológicos visando o aproveitamento dessa magnesita para a obtenção de sínter de periclásio, a ser usado na fabricação de refratários básicos.

O processo de beneficiamento que se pretende desenvolver a partir de uma mineração seletiva, consistirá na flotação do minério de maior pureza e no processamento químico do mais impuro, que permitirá obter uma magnesita de alto teor. Os materiais beneficiados serão calcinados, briquetados e sinterizados.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho relata, de um modo geral, as atividades que estão sendo desenvolvidas pela CERÂMICA DE GUARULHOS S.A. — CEGUSA e INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE ARTIGOS REFRATÁRIOS S.A. — IBAR (GRUPO VOTORANTIM), na pesquisa, mineração e beneficiamento de magnesita da Serra das Éguas, no município de Brumado, Bahia, (fig. 1)

A CEGUSA requereu em 1967 as primeiras autorizações de pesquisa de magnesita. Após 6 anos, foi outorgada a primeira concessão de lavra, iniciando-se imediatamente, em caráter experimental, a mineração e tratamento do minério (calcinação).

A magnesita após sinterizada é destinada a fabricação de refratários básicos, que são utilizados pelas indústrias siderúrgicas, metalúrgicas, de cimento, de vidro, etc. . . .

Com a atual expansão destas indústrias, a IBAR vem realizando estudos para implantação de uma usina de beneficiamento, que produzirá sínter magnésiano, para atender a crescente demanda de refratários básicos.

GEOLOGIA REGIONAL

Entre os trabalhos efetuados que contribuíram para o conhecimento da geologia da Serra das Éguas, pode-se citar como o mais importante, o de BODENLOS (1954). Segundo este pesquisador, gnaisses e xistos do "Complexo Fundamental" ou "Complexo Brasileiro" são as rochas mais antigas e encaixantes da Serra das Éguas. A Serra é constituída de dolomitos e quartzitos de idade pré-cambriana, complexamente dobrados e que formam uma grande estrutura sinclinal. Vários diques de anfibolito e alguns pequenos diques de riólitos estão presentes, principalmente, nos dolomitos.

Outros trabalhos, não menos importantes, foram realizados antes de BONDELLOS. MORAES REGO (1932) correlacionou a seqüência de dolomitos e quartzitos da Serra das Éguas à Série Minas. BARBOSA (1934) descreveu a Serra como formada por um complexo de camadas de magnesita, anfibolitos (em sua maioria, do tipo metabasito), quartzitos e dolomitos, que se intercalam em numerosos e sucessivos bancos. Concordante

com este conjunto de rochas, encontram-se na peneplanície circunjacente gnaisses do tipo migmatítico.

Estudos mais recentes desenvolvidos pelo PROJETO BAHIA — DNPM/CPRM permitiram ampliar os conhecimentos sobre a geologia da região. Os dolomitos e quartzitos da Serra das Éguas foram incluídos no Complexo Metamórfico de Brumado, cujas litologias predominante consistem de gnaisses, xistos, ortoquartzitos, quartzitos ferruginosos e itabiríticos, anfibolitos e dolomitos. Estas rochas estão completamente interestratificadas, estando os gnaisses em geral nas pares inferiores da seqüência.

Este complexo está situado estratigraficamente entre o Complexo Metamórfico-Migmatítico e os metassedimentos do Supergrupo Espinhaço.

Alguns corpos ultrabásicos e graníticos de posicionamento indeterminado sem nenhuma relação aparente com as mineralizações de magnesita, também estão presentes nas cercanias de Brumado. (fig. 2)

As rochas da Serra das Éguas estão complexamente dobradas, prevalecendo dobramentos estreitos com eixo de direção NE-SW (N20°E), formando uma estrutura de sinclínório.

PESQUISA

Na fase preliminar dos trabalhos de pesquisa foram abertas picadas, distanciadas de 75 e 100 metros, na direção leste-oeste, destinadas à localização de afloramentos. Após percorridas e mapeadas com auxílio de trena e bússola, elaborou-se plantas geológicas preliminares que serviram de base para a fase seguinte.

Determinadas as zonas de interesse, estas foram desmatadas e nelas realizadas escavações de poços, trincheiras e cachimbos para delimitar os contatos e determinar as atitudes e estruturas presentes. Tendo sido executados 64 poços com profundidade média de 3 metros, algumas trincheiras perpendiculares aos corpos com espaçamento de 25 metros e cachimbos.

A medida que a geologia de superfície ia sendo concluída, procedeu-se à sondagem rotativa a diamante. Os furos iniciados com diâmetro BX foram reduzidos para AX, assim que atingiam a rocha firme. A recuperação, dadas as intercalações de talco e a presença de zonas com material decomposto ou semidecomposto, foi de regular a má entretanto, em alguns locais onde a rocha apresenta-se mais compacta e com poucas fraturas a recuperação chegou a 100%.

Foram executados 19 furos verticais e 29 inclinados a 45°, que atingiram uma metragem de 2675.

Durante os serviços de esquisa, foi realizada a topografia de base, sobre a qual amarrou-se os levantamentos plani-altimétricos de detalhe, com curvas de nível de metro em metro e para algumas áreas de 10 em 10 metros.

Todas as amostras coletadas na Serra das Éguas durante o desenvolvimento da pesquisa foram analisadas quimicamente pelo método de absorção atômica e algumas por via úmida, para SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O e K_2O . Tendo sido realizadas 1140 análises.

Para os estudos de beneficiamento se obteve amostras compostas mediante britagem e sucessivos quarteios.

Os estudos foram complementados com a petrografia de lâminas delgadas e de seções polidas, difração de raios X e análise espectral semi-quantitativa.

Estes trabalhos de pesquisa efetuados na Serra das Éguas possibilitaram delimitar os corpos de magnesita, avaliar a qualidade do minério e detreminar a exequiabilidade do seu aproveitamento econômico. Entretanto, ainda será necessária uma série de programas de pesquisa adicionais, visando um melhor conhecimento da magnesita em profundidade, como apoio para o desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade do minério a ser lavrado.

GEOLOGIA DOS DEPÓSITOS

A CEGUSA possui na região de Brumado várias jazidas de magnesita. Do conjunto de mineralizações destaca-se a de Sítio Grande do Campo de Dentro, na Fazenda Curralinho, situada no extremo norte da Serra das Éguas.

Nesta área ocorrem gnaisses, quartzitos, dolomitos, magnesita e alguns corpos de afibolito. (fig. 3)

Os gnaisses têm em geral coloração cinza-clara, granulação fina a média, e são constituídos de quartzo, plagioclásio (ortoclásio), microclínio, biotita, alguma moscovita e minerais opacos (magnetita). A estrutura gnáissica é definida pelos máficos, agrupados e orientados subparalelamente em linhas descontínuas, ou, em alguns casos, em bandas (N20°E).

Na parte leste da jazida ocorrem quartzitos, sobrepostos aos gnaisses. São rochas de coloração cinza-clara, um pouco friáveis, de granulação fina e compactas. Quartzitos ferruginosos também são encontrados, apresentam-se como uma rocha compacta, maciça, de cor escura, granulação fina, composta principalmente por quartzo e óxido de ferro. Localmente, pode-se observar camadas alternadas de quartzo e hematita, que dão a rocha um aspecto itabirítico.

Os dolomitos exibem coloração branca, cinza-clara e creme, granulação fina a média, textura sacaróide. São os encaixantes da magnesita. Frequentemente, apresentam cristais prismáticos esverdeados de tremolita-actinolita.

Pequenos corpos aparentemente concordantes de anfibolito ocorrem encaixados nos dolomitos e na magnesita. Provavelmente, são o resultado da atuação do metamorfismo regional sobre rochas básicas. Caracterizam-se mineralogicamente pela presença de hornblenda verde-escura a preta e alguns plagioclásios (albita e oligoclásio). Acessoriamente zircão e opacos, e uma série de minerais secundários de alteração (biotita, clorita, damourita...).

Associado a magnesita e aos dolomitos encontram-se veios de talco maciço ou lamelar com poucas impurezas, de coloração branca a verde, às vezes, cinza e impuros; notando-se uma maior concentração de talco nas zonas de contato da magnesita com o dolomito.

Recobrimo a zona nordeste, são encontradas enormes crostas sílico-ferruginosas que capeiam parcialmente os dolomitos e magnesita.

O corpo principal de magnesita está orientado segundo a direção N20°E, mergulhando para SE, com ângulos entre 70° e 80°. Apresenta uma largura média de 100 m, com uma extensão de 1.700 m e com desnível de 310 m.

Foi comprovada na pesquisa, a existência do minério até uma profundidade de 86 m.

O minério exhibe coloração perfeitamente branca, às vezes branca acinzentada e amarelada, cinza-clara e escura, granulação fina a média, textura equigranular de aspecto sacaróide, semelhante ao tipo "Washington".

No extremo norte da jazida, o minério é bastante heterogêneo, apresentando-se branco ou cinza, com partes variegadas (verde, rosa, avermelhado, marrom, etc...), com freqüentes intercalações de talco impuro, faixas de material silicoso e impregnações de óxido de ferro, granulação fina e grossa.

O exame microscópico revela que o minério é formado, basicamente, por um mosaico granoblástico equigranular fino de magnesita, destacando-se, em quantidade subordinada (5 a 10%) talco, serpentina e clorita. Calcita, dolomita, goethita, pirita, pirrotita, magnetita e hematita completam a composição da rocha.

A magnesita apresenta-se em grãos, que variam comumente em torno de 15 μ a 5 mm, predominando a granulação entre 250 a 500 μ . Talco e serpentina ocorrem como cristais alongados intercrescidos com a magnesita ou como inclusões, esporadicamente exibem uma leve orientação subparalela. A clorita aparece na forma de pequenos cristais isolados e como inclusões. A calcita esta finamente inclusa na magnesita e em proporções pequenas nos espaços intergranulares ou preenchendo microfratramentos. Dolomita e opacos são acessórios obrigatórios.

Os estudos mineralógicos por difração de raios X confirmam os minerais identificados ao microscópio e indicam, ainda, a existência de caulinita, ankerita e rutilo.

As diversas análises químicas do minério revelam a seguinte composição média:

P.F.	50,90%	b.c.
SiO ₂	1,38%	2,81%
Al ₂ O ₃	0,18%	0,37%
TiO ₂	traços	traços
Fe ₂ O ₃	1,26%	2,57%
CaO	0,40%	0,81%
MgO	45,64%	92,95%
Na ₂ O	0,04%	0,08%
K ₂ O	traços	traços

Esta composição média representa o minério predominante da jazida, magnesita branca a cinza-clara. As magnesitas com tonalidades mais escuras (cinza, vermelha, marrom, etc...) possuem normalmente elevados teores em ferro e, ou, sílica.

A análise espectral semiquantitativa também revela quantidades de manganês (0,01 - 0,1%) e de cobre (0,001 - 0,01%).

Outros depósitos menos expressivos, localizados no lado oeste da Serra das Éguas, apresentam magnesita bastante impura, de cor cinza a creme com impregnações de óxido de ferro e veios de magnesita romboédrica.

Quanto à origem do minério, segundo BARBOSA (1943) sedimentos margosos, calcários dolomíticos e arenosos impuros, possivelmente intercalados com derrame de rochas básicas, foram metamorfizados; posteriormente, ações hidrotermais e pneumatolíticas modificaram a maior parte das massas dolomíticas em magnesita.

Segundo BODENLOS (1954) essa mineralização é resultado da ação de soluções ricas em magnésio, emanadas de um magma profundo e de possível composição granítica ou granodiorítica, ou possivelmente de camadas dolomíticas subjacentes. Estas soluções proporcionaram a substituição da dolomita preexistente por magnesita.

Na Serra das Éguas não foi encontrado indícios de que a magnesita tenha se originado de transformações de rochas ultrabásicas e também não se encontrou nenhum corpo ultrabásico expressivo. Algumas rochas graníticas de posicionamento indeterminado ocorrem próximas da Serra, sem nenhuma relação aparente com as mineralizações.

Entretanto, estudos detalhados ainda se fazem necessários para esclarecer melhor o gênese da magnesita.

LAVRA

A lavra foi iniciada na parte sul do corpo principal de magnesita, na jazida de Sítio do Campo de Dentro.

Trata-se de lavra experimental, a céu aberto, semimecanizada, com bancadas. Basicamente compreende as seguintes fases: remoção do capeamento (solo); perfuração e dinamitagem; marroagem; seleção do minério e calcinação.

Atualmente o minério é calcinado em forno vertical, a lenha, situado próximo a frente de lavra.

Como subproduto deverá ser aproveitado o talco, que ocorre como veios na magnesita e nas rochas encaixantes (dolomitos).

Com a implantação de uma usina de beneficiamento para a obtenção de síter magnesiano, está sendo traçado novo plano de lavra que, além de atender a demanda da usina, deverá desenvolver rigoroso sistema de controle de qualidade, com profundas modificações nos métodos de mineração e beneficiamento atualmente adotados.

BENEFICIAMENTO

Considerando a existência das jazidas de magnesita descritas anteriormente e a crescente demanda interna de refratários básicos, a IBAR vem desenvolvendo um projeto para a produção de sinter de MgO a partir da magnesita natural de Brumado.

Na primeira etapa serão produzidos dois tipos de sinter: um, que poderá ser chamado de convencional, com aproximadamente 96% MgO e com o teor natural de Fe_2O_3 , e outro, que se denominará sinter químico, com mais de 99% MgO e densidade superior a $3,35 \text{ g/cm}^3$.

Deve-se esclarecer que o óxido de magnésio sinterizado, constitui a matéria-prima fundamental para a produção dos refratários básicos, materiais insubstituíveis nos revestimentos dos fornos das indústrias siderúrgicas, do cimento, do vidro e dos metais não-ferrosos.

O projeto foi definido após vários anos de pesquisas intensivas das jazidas e cuidadosos estudos comparativos, nas condições locais, das várias soluções possíveis, para conseguir a máxima valorização dos minérios, na forma mais conveniente para o país, obtendo produtos acabados para a exportação com o mais elevado valor econômico possível.

Os critérios que levaram à adoção dos processos de beneficiamento foram os seguintes:

- a) Existe uma evolução mundial da indústria siderúrgica para a utilização cada vez maior dos processos de fabricação de aço em convertedores de oxigênio (LD, LD, AC, BOF, BOS, QBOP, AOD, OBM), que resulta numa crescente demanda de refratários básicos de alta resistência química, para tolerar o ataque das escórias, e elevada resistência mecânica até as temperaturas de mais de 1650°C , atingidas nesses processos. Inúmeras instalações, onde foram aplicados tijolos fabricados com sinter de alta pureza e densidade elevada, mostraram aumentos substanciais nas vidas dos revestimentos dos convertedores.
- b) Ainda mais, o sinter químico não pode ser hoje obtido economicamente a partir da água do mar, a qual produz contaminação com boro, que afeta drasticamente a resistência e a refratariedade, e também não é possível obter uma purificação tão elevada da magnesita natural pelos métodos físicos convencionais de beneficiamento de minérios, mesmo apresentando a vantagem da quase ausência de boro.
- c) Será sempre necessário dispor de sinter convencional, com menor grau de pureza, para a fabricação de massas e tijolos, para aplicações menos exigentes.

O processo de obtenção do sínter convencional consistirá essencialmente das etapas a seguir:

- 1 — Mineração;
- 2 — Beneficiamento;
- 3 — Calcinação;
- 4 — Briquetagem;
- 5 — Sinterização a alta temperatura.

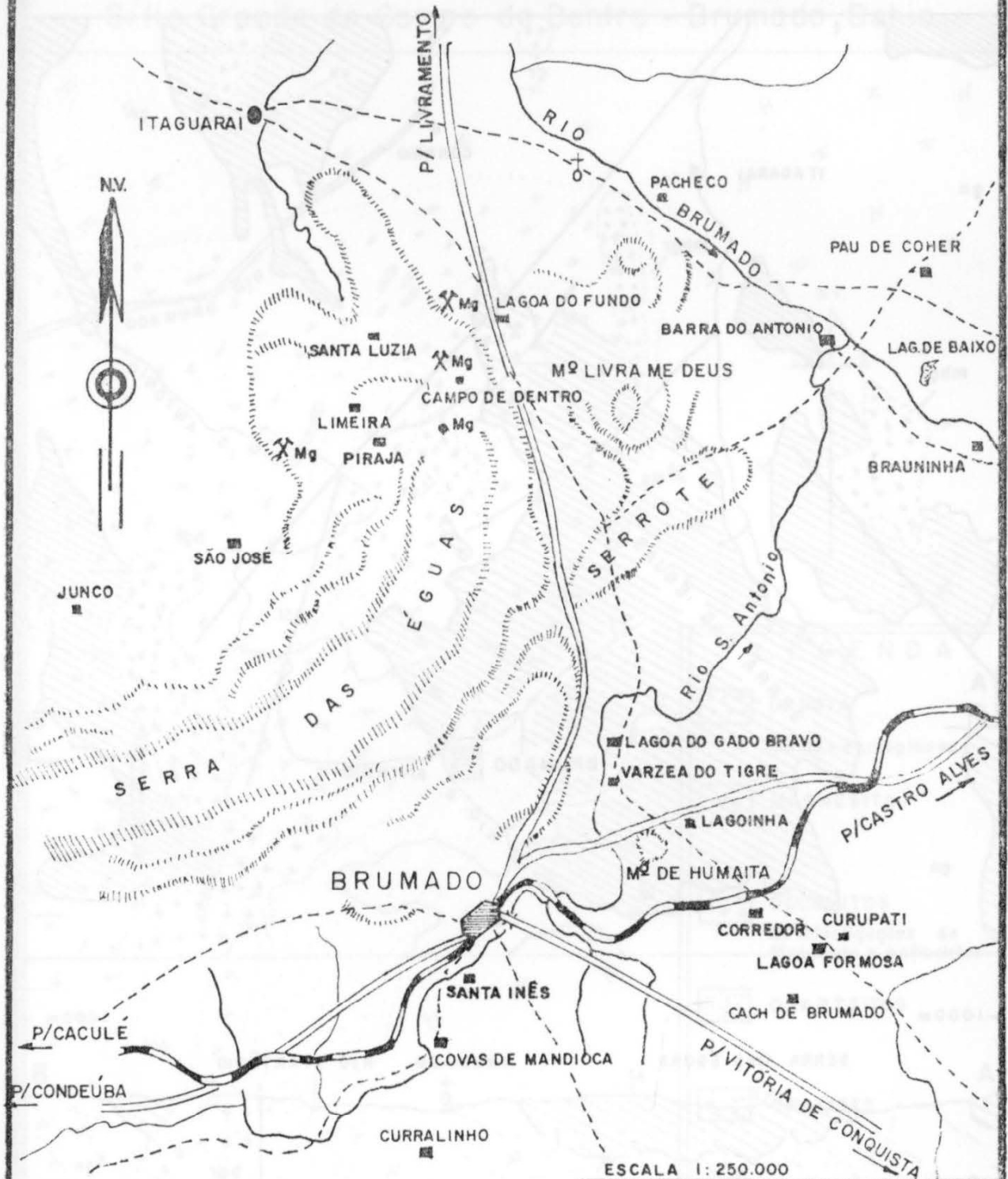
Todas as instalações necessárias aos processos acima, serão equipadas com os mais modernos sistemas para controle da poluição ambiental exigidos para satisfazer as rígidas normas européias.

BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, S.F. (1973) — *Recursos Minerais do Brasil*. Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2: 177-84.
2. BARBOSA, O. (1943) — Magnesita da Serra das Éguas, Bahia. *Revista Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 7(38) : 71-2.
3. BARBOSA, O. (1943) — Magnesita, Estado da Bahia. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 57 : 45-51.
4. BONDELOS, A.J. (1954) — Magnesita Desposits in the Serra das Éguas, Brumado Bahia, Brazil, *Geological Survey Bulletin*, Washington, 975-C : 87-170.
5. BRANQUINHO, J.A. (1971) — *Relatório de Pesquisa de Campo de Dentro, Brumado, Bahia*. Relatório interno da Cerâmica de Guarulhos S.A. (Inédito).
6. BRANQUINHO, J.A. (1973) — *Relatório de Pesquisa de Campo Seco, Brumado, Bahia*. Relatório interno da Cerâmica de Guarulhos S.A. (Inédito).
7. CHERUBINI NETO, J. (1972) — *Relatório de Pesquisa de Lagoa do Fundo, Brumado, Bahia*. Relatório interno da Cerâmica de Guarulhos S.A. (Inédito).
8. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL — COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (1975) — *Projeto Bahia* (relatório final), Salvador, 1 : 46-7 e 3 : 153-63.
9. JARNEFELT, O. & MERZ, J.A. (1947) — A Magnesita da Serra das Éguas e sua Aplicação na Indústria de Refratários — *Boletim da Associação Brasileira de Metais*, São Paulo, 3(9) : 633-42.
10. LEONARDOS, O.H. (1943) — Magnesita no Brasil. *Revista Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 7 (37) : 35-8.







11. MASCARENHAS, J.F. (1973) — A Geologia do Centro-Leste do Estado da Bahia: In XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju — *Anais*, Aracaju, 2 : 35-66.
12. MELLO JUNIOR, J.L. de (1943) — Magnesita da Serra das Éguas, Bahia. *Revista Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 7(41) : 273-4.
13. MERZ, J.A. (1947) — Magnesita. *Revista da Escola de Minas*, Ouro Preto, 1 : 33-6.
14. MORAES REGO, L.F. de (1932) — *Ocorrências de Esmeralda na Serra das Éguas*. Imprensa Oficial do Estado, Salvador, 6.
15. PINHEIRO, J.C.F. (1973) — Perfil Analítico do Talco. *Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 22 : 1-41.
16. SECRETARIA DAS MINAS E ENERGIA DO ESTADO DA BAHIA (1975) — *Projeto Cadastramento de Ocorrências Minerais do Estado da Bahia*, Salvador, 1 : 110-1.
17. SILVA, J.C. (1973) — Perfil Analítico da Magnesita. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 17 : 1-69.
18. ZAMBRANO, M.A. (1976) — *Relatório dos Trabalhos de Pesquisa na Fazenda Curralinho, Brumado, Bahia*. Relatório interno da Cerâmica de Gaurulhos S.A. (Inédito).

MAPA DE SITUAÇÃO



ESCALA 1:250.000

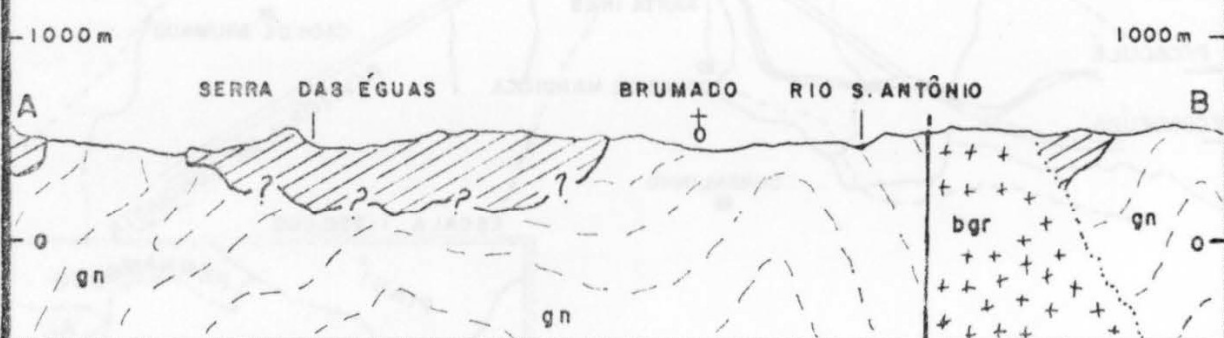
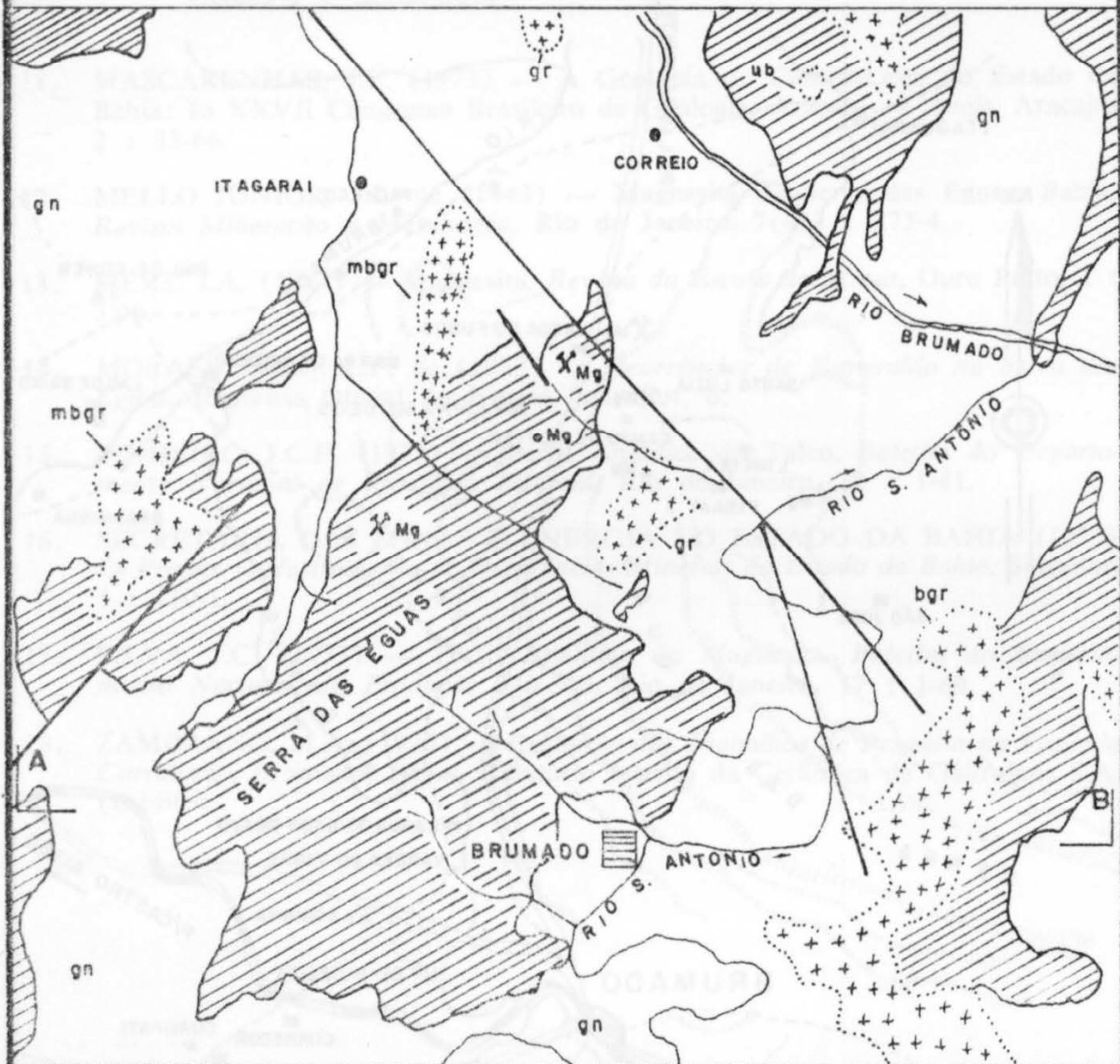
LEGENDA

-  ESTRADA DE FERRO
-  ESTRADA DE RODAGEM
-  CAMINHO
-  FAZENDA
-  SERRA, ELEVAÇÃO E MORRO
-  IGREJA OU CAPELA









DESENHADO: ADEJAIR - 1977

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE BRUMADO



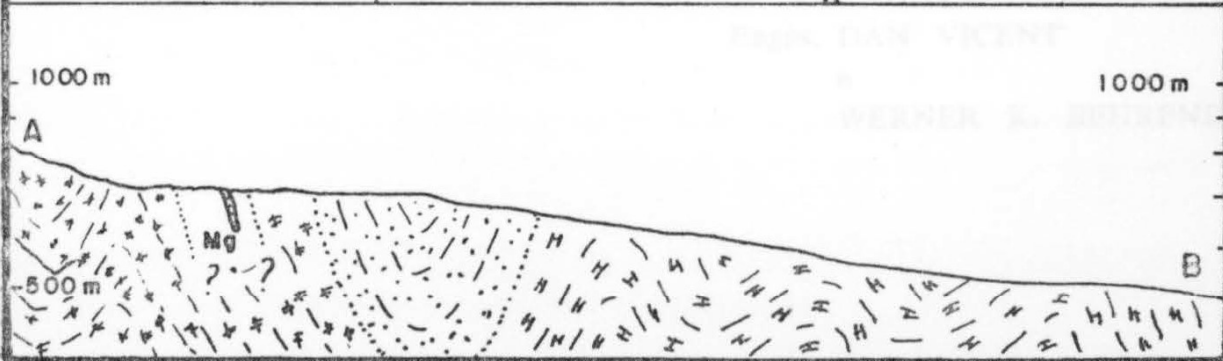
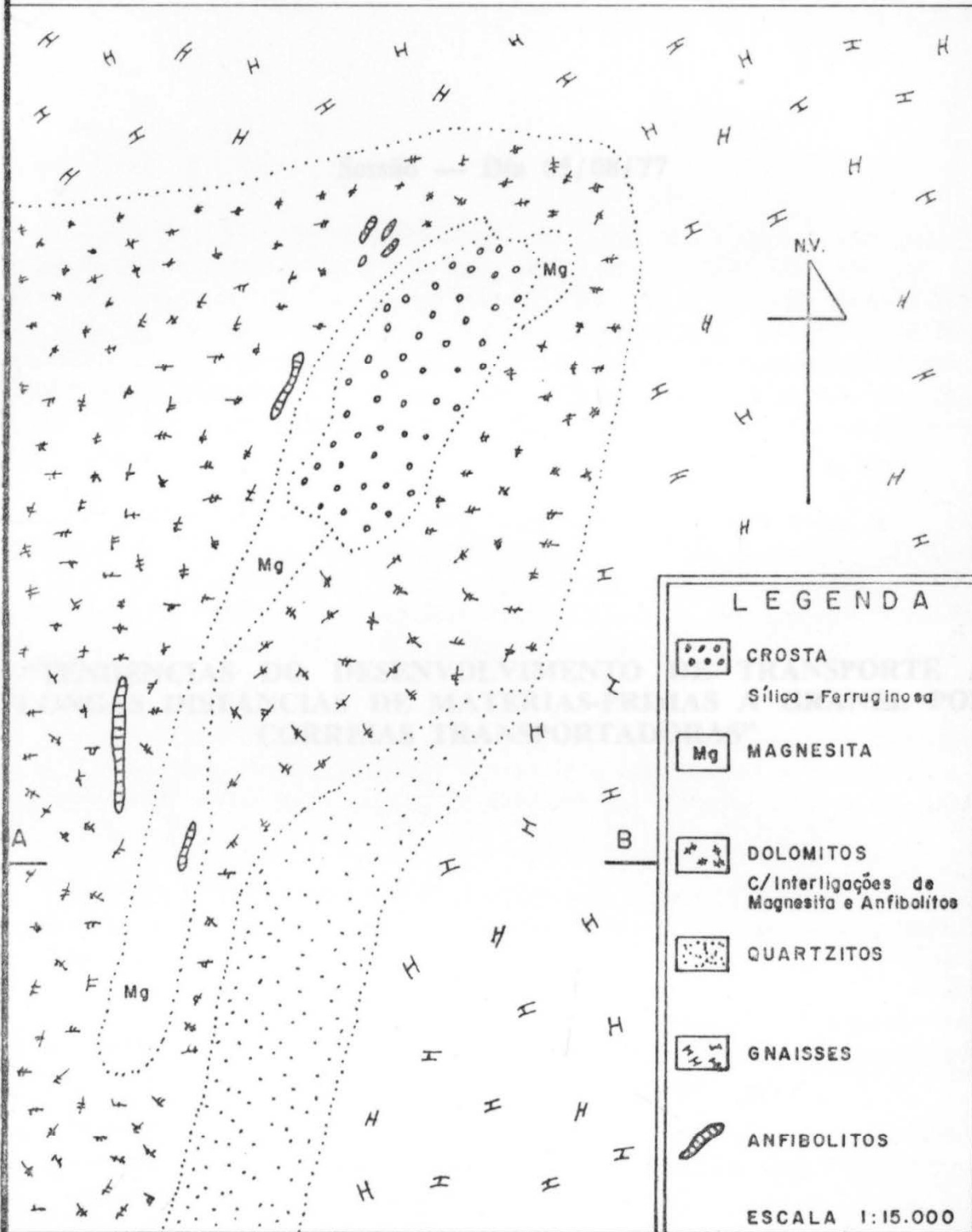
PRÉ - ESPINHAÇO

-  COMPLEXO METAMÓRFICO
-  COMPLEXO METAMÓRFICO - MIGMATÍTICO
-  ROCHAS ERUPTIVAS DE POSICIONAMENTO INDETERMINADO
- CONTATO:  ESTRATIGRÁFICO  LITOLÓGICO ??? SUPOSTO
-  FALHA
- ESCALA 1:250.000



ESBOÇO GEOLÓGICO DA JAZIDA

Sítio Grande do Campo de Dentro - Brumado, Bahia



DESENHADO: ADEJAIR - 1977