

Sessão — dia 02/08/77

**“MÉTODO DE LAVRA POR DISSOLUÇÃO SUBTERRÂNEA
EMPREGADO PELA SALGEMA MINERAÇÃO LTDA.”**

Eng^o PAULO ROBERTO CABRAL DE MELO
Salgema Mineração Ltda.

SUMÁRIO

1. — **Complexo Industrial da Salgema**
2. — **Composição acionária**
3. — **Situação atual — Salgema Mineração Ltda.**
4. — **Métodos utilizados na dissolução subterrânea**
5. — **Esquema de construção das minas**
 - 5.1 — **Proteção utilizada para evitar a dissolução do teto da caverna**
6. — **Operação das minas**
7. — **Recuperação do sal disponível**
8. — **Procedimento utilizado para acompanhar o desenvolvimento das cavernas**
9. — **Reservas**
10. — **Problemas surgidos nos poços (minas) de Salgema**

1. — COMPLEXO INDUSTRIAL DA SALGEMA

Em Alagoas no município de Macéia, localiza-se o Complexo Industrial da Salgema e é composto das Empresas: SALGEMA INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A. e SALGEMA MINERAÇÃO LTDA.

A área fabril situa-se entre a Lagoa do Norte e a orla marítima.

Os trabalhos preliminares do projeto cloro-soda visando a instalação de uma fábrica com capacidade para produzir 250.000 toneladas/ano de soda e 220.000 toneladas/ano de cloro, através de processo eletrolítico foram iniciados em fins de 1971. Em fevereiro de 1977, após um período de testes foi iniciada a produção comercial com a entrada em funcionamento da primeira casa de células. Estão em andamento os trabalhos para a entrada em operação da segunda casa de células, possibilitando ser atingida a capacidade prevista no projeto.

A Salgema Mineração Ltda., tem por responsabilidade, o fornecimento à Indústria Química da matéria-prima necessária para transformação em produtos industriais.

2. — COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA

O complexo representa inicialmente a associação de interesses entre o grupo privado nacional EULUZ, a E.I. Du Pont de Nemours e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico.

A elevação dos custos de investimentos e as dificuldades gerenciais próprias de um projeto de grande porte e pioneiro, desestimularam o grupo privado nacional a prosseguir na implantação do projeto.

A Petroquisa, convidada pelos sócios BNDE e DU PONT a participar do empreendimento, achou por bem aceitar este encargo, tendo em vista o alto interesse do projeto para o país. Em junho/75 ela formalizou sua participação substituindo o acionista Euvaldo Luz.

A composição do capital, está no momento, assim caracterizada:

ORDINÁRIO:	PETROQUISA	45,0%
	FIBASE (BNDE)	41,3%
	E.I. DU PONT	13,7%
		100%
PREFERENCIAL — INVESTIDORES:	34/18	11,0%
	FINOR	89,0%

3. — SITUAÇÃO ATUAL — SALGEMA MINERAÇÃO LTDA.

Atualmente na jazida esta-se concluindo a fase de desenvolvimento. Neste estágio se faz necessária a formação de cavidades ao longo do corpo salino e através delas o processo de lavra é iniciado.

A lavra ocupa faixas de terrenos pertencentes a SALGEMA MINERAÇÃO LTDA. numa área de 147.591 m², situadas no bairro de Bebedouro. O salgema é extraído sob a forma de solução saturada em NaCl. O corpo evaporítico está compreendido no intervalo de 900 a 1.100 metros de profundidade.

Para obtenção da salmoura é utilizado o método denominado "Dissolução Subterrânea". Para isto, se faz necessário a perfuração de poços profundos que serão designados "minas", até a base do horizonte salino.

Em síntese o método consiste na captação de água subterrânea através de poços. enviá-la para um reservatório e em seguida, promover a injeção, à alta pressão, nas minas. Por diferencial de pressão a salmoura atinge a superfície, de onde é conduzida por meio de tubulação para um reservatório e em seguida é bombeada para a fábrica, por intermédio de uma tubulação de 12", onde será empregada como matéria-prima para obtenção de cloro/soda.

Toda a água captada dos poços recebe um tratamento, através de adição de soda cáustica antes de ser utilizada no processo. Este tratamento, tem por finalidade, elevar o seu pH e atingir a neutralidade.

Este procedimento tem o intuito de minimizar a corrosão nas tubulações. A água depois de devidamente tratada possui dois empregos específicos. O primeiro, será para a operação de injeção nas minas e o segundo, para atender as necessidades de processo da fábrica. Vale enfatizar que toda

água injetada nas minas, encontra-se com a temperatura ambiente, ou seja, em torno de 29°C. Devido o grau geotérmico, a água atinge no interior da cavidade 60°C o que auxilia sobremodo a dissolução do salgema.

O método de mineração por dissolução subterrânea é hoje universalmente adotado em todos os casos onde a jazida apresenta grandes espessuras de halita e se encontra a profundidade entre 500-2.000 metros. Nos Estados Unidos da América, cerca de 55% da produção total de sal, é hoje baseada neste método.

Já a lavra subterrânea onde se utiliza métodos convencionais, é indicado quando a jazida se encontra a uma profundidade entre 200-500 metros e as condições estruturais das camadas acima do corpo evaporito, favorecem a perfuração de shafts de extração e ventilação. A lavra subterrânea é em geral executada pelo processo de "salões e pilares".

4. — MÉTODOS UTILIZADOS NA DISSOLUÇÃO SUBTERRÂNEA

Utilizam-se dois métodos básicos para o desenvolvimento planejado de cavidades de salmoura e muitas variações destes dois métodos, dependendo portanto, de circunstâncias específicas e particulares de cada jazida. Um método emprega minas isoladas, onde a injeção de água e a extração da salmoura se processa através da mesma mina. Este método é geralmente utilizado em domos salinos, podendo também ser empregado em jazidas em forma de camadas.

O outro método faz uso de duas minas interconectadas. Este, praticamente, só é empregado em depósitos salinos dispostos em camadas.

A SALGEMA MINERAÇÃO LTDA., embora possua uma jazida disposta em camadas, está utilizando para a extração do salgema, minas isoladas, mas com possibilidade de futuramente promover a dissolução através de minas conjugadas, utilizando portanto, o fraturamento hidráulico para efetuar a interconexão. Os fatores que se levaram em conta na escolha do emprego de minas isoladas, devem-se ao conhecimento ainda limitado das condições estruturais da camada mineralizada, a ocorrência de intercalações de folhelhos e uma série de outros fatores ligados à estabilidade das cavidades criadas pela dissolução. Através de um estudo mais aprofundado das características geológicas da jazida, poderão ser utilizadas minas conjugadas.

Vale informar que o posicionamento atual das minas no terreno oferece condições para que se possa conseguir a interconexão sem maiores dificuldades.

5. — ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DAS MINAS

Inicialmente se processa a perfuração com sonda rotativa de grande porte, até a profundidade em torno de 300 metros, com diâmetro de perfuração de 17 1/2". Em seguida, é colocado um revestimento de 14" em aço carbono e cimenta-se o espaço anular entre 17 1/2" e 14". Este procedimento visa a isolar o aquífero. Posteriormente, reinicia-se a perfuração com o diâmetro de 12 1/4" até a base da camada do salgema. Concluída esta etapa é colocada uma coluna de 9 5/8" em aço carbono da superfície até o topo do sal e realiza-se a cimentação do espaço anular entre 12 1/4" e 9 5/8". O intervalo de salgema perfurado com 12 1/4" não é revestido, pois é nesta região onde será efetuada a dissolução. Vale salientar que durante a perfuração a lama utilizada é substituída por uma lama saturada em NaCl próximo ao contato com o topo da camada do salgema, para impedir a dissolução do sal e facilitar a sua identificação nas amostras de calha.

Concluída a fase inicial, passa-se a colocação no interior da tubulação de 9 5/8" dos tubos de produção (7") e injeção (4 1/2"). Estas duas colunas ficam dispostas concentricamente e são suspensas e seguras na superfície por meio de uma "árvore de natal", bem semelhante às utilizadas em poços petrolíferos. A coluna de 7" ultrapassa alguns metros a tubulação de 9 5/8" enquanto que a coluna de 4 1/2" que está situada no interior da coluna de 7", transpõe a mesma e situa-se a poucos metros da base da camada do salgema. O posicionamento dos tubos de 7" e 4 1/2" é função da disposição da camada. Procura-se evitar situá-los em regiões onde ocorram grandes espessuras de folhelhos para diminuir a probabilidade da ocorrência de desmoronamentos. Os tubos de produção e injeção podem ser deslocados com o intuito de se promover a dissolução de camadas do salgema que estão intercaladas por sedimentos insolúveis. Este procedimento torna-se viável quando o revestimento de 9 5/8" está cimentado em uma profundidade adequada.

A água é injetada sob pressão através do interior da coluna de 4 1/2" e a salmoura existente na caverna é impulsionada através do espaço anular entre as tubulações de 7" e 4 1/2", até a superfície. Nas jazidas de sal onde existem intercalações de sedimentos insolúveis no corpo salino, o fluxo de injeção poderá ser invertido, ou seja: a injeção é efetuada pelo espaço anular entre 7" e 4 1/2" e a retirada da salmoura é através do interior da tubulação de 4 1/2". Este procedimento faz com que a configuração da caverna tenha o aspecto de um sino invertido, reduzindo as condições de estabilidade da mesma, mas com a vantagem de fornecer uma salmoura com alto grau de concentração a curto prazo. Nas jazidas onde as camadas se apresentam com intercalações de insolúveis este método de injeção não deve ser aplicado, pois o material insolúvel ao se depositar na

base da cavidade poderá futuramente obstruir a área de captação da coluna de 4 1/2".

5.1 — Proteção utilizada para evitar a dissolução do teto da caverna

O problema da estabilidade das cavidades envolve uma série de fatores que atuam diretamente na vida útil de cada mina. A proteção do teto da caverna é feita através de uma almofada de óleo diesel que impede que a dissolução eleve descontroladamente o teto da caverna. Devido ao fato de o óleo diesel possuir densidade inferior a da salmoura o mesmo tende a permanecer na parte superior da salmoura que se encontra na cavidade impedindo a dissolução do sal existente naquela região.

O óleo é injetado na superfície com bomba de alta pressão através do espaço anular existente entre a tubulação de 9 5/8 e 7", e se situa bem próximo a parte terminal da coluna de 7". Periodicamente, se faz necessário a adição de nova quantidade de óleo, pois com o desenvolvimento da cavidade, há um crescimento da área de contato do teto, limitando a área de atuação do óleo diesel anteriormente injetado.

Este procedimento faz com que a dissolução atue somente na parede vertical da caverna, aumentando o seu diâmetro.

Algumas minas nos Estados Unidos da América utilizam em substituição ao óleo diesel, ar ou gás liquefeito de petróleo.

6. — OPERAÇÃO DAS MINAS

Atualmente a SALGEMA MINERAÇÃO LTDA., possui em operação seis (06) poços (minas), sendo que duas delas estão em fase inicial de desenvolvimento e as demais próximas de concluir esta etapa.

Considerando que na fase de produção da Fábrica a necessidade de matéria-prima (salmoura com concentração de 25,4% em peso de NaCl) será de 160m³/h, isto vem representar a lavra de 48,6 t/h do salgema ou seja 39.992 t/mês e 419.904 t/ano.

O desenvolvimento de uma mina requer aproximadamente um período de seis (6) meses em operação contínua. Na fase inicial a vazão de injeção é bem superior a normal de trabalho. Isto tem a finalidade de promover a retirada de material insolúvel em suspensão, e aumentar em curto espaço de tempo a área de contato. Por conseguinte a área da base da caverna será acrescida evitando que a sedimentação dos resíduos ainda em suspensão,

venha a obstruir a tubulação de injeção vindo a provocar a interrupção do fluxo da injeção.

Este período inicial necessita de um controle rígido de todas as operações, pois os problemas existentes nesta fase acarretam sérios prejuízos. Depois dos primeiros quinze (15) dias de operação a vazão passa a ser reduzida gradativamente. É estimado que 25.000 a 50.000 t de sal será produzido por mina, durante o desenvolvimento das minas a depender da mina em questão.

Depois de removido esse sal, se terá condições de produzir salmoura perto da saturação e volume suficiente para suprir a necessidade da Indústria Química. Quando for verificado que para vazões normais de trabalho a salmoura já mantém a concentração desejada (25,4% em peso de NaCl) a fase de desenvolvimento poderá ser considerada finda.

A concentração é inversamente proporcional à razão de injeção. Este controle é rigoroso e deve-se evitar que a salmoura alcance o seu ponto de saturação, pois poderá ocorrer a cristalização do sal na tubulação de produção, devido à variação brusca de temperatura e pressão, impedindo que a salmoura seja recuperada. A cristalização do sal no tubo de produção poderá ser minimizada evitando-se longos períodos de paralização das minas.

Durante a fase inicial de desenvolvimento são coletadas amostras das minas em operação. Destas amostras se obtém através de um pequeno laboratório existente na área de produção, informações sobre temperatura, pH, concentração de NaCl e densidade da salmoura. Em seguida, as referidas amostras seguem para a Indústria Química, onde são obtidas informações necessárias sobre a sua composição química, para a utilização da salmoura no processo industrial.

7. — RECUPERAÇÃO DO SAL DISPONÍVEL

No caso de poços operados isoladamente, distanciados de 150 metros (isto é, perfurados em malha de 150 metros de lado), pode-se admitir um diâmetro máximo da caverna de 75 metros. Esta dimensão está diretamente ligada a espessura do corpo salino. A área ocupada por mina é de 22.500 m² e a área recuperada por mina será de 4.418 m².

O coeficiente de recuperação é, portanto, da ordem de 19,6%. Com espessura média recuperável de 120 metros, uma mina isolada recuperará 1.144.528 t., e a sua vida útil será função do diâmetro empregado para as tubulações de produção e injeção.

A espessura média do salgema sem intercalações é de 153 metros. Em virtude de parte do topo da caverna não ser dissolvido e nele se encontrar devidamente cimentado o revestimento de 9 5/8" e, por iniciar-se a dissolução alguns metros acima da base, considera-se a espessura média recuperável de 120 metros.

8. — PROCEDIMENTO UTILIZADO PARA ACOMPANHAR O DESENVOLVIMENTO DAS CAVERNAS

Utiliza-se o "Sonar Caliper" para determinação do tamanho, configuração e orientação das cavernas formadas pela dissolução subterrânea. Trata-se de um instrumento ainda não existente no Brasil, mas muito utilizado nos países onde a dissolução subterrânea se faz presente. Este instrumento obtém consecutivas seções horizontais da caverna em regulares intervalos de profundidade. Tais intervalos podem variar de 6,0 a 1,5 metros. O aparelho desce até a cavidade pela coluna de perfuração com ferramenta própria.

As seções horizontais obtidas em diversas profundidades, ao serem sobrepostas oferecem uma imagem tridimensional da cavidade existente na subsuperfície. O sonar deverá ser utilizado em cada mina no mínimo uma vez por ano.

A fase inicial é bastante crítica pela pequena caverna em formação. Passada esta etapa os desmoronamentos ficarão fora da zona de influência das colunas, reduzindo portanto os problemas mais sérios. No futuro, haverá a substituição dos tubos em face da corrosão, mas este trabalho será programado para evitar perdas de tempo.

Maceió, julho de 1977

HRENDS, W. K., VINCENT, D. & DSITCR, Z. F. - Novas considerações sobre a avaliação da resistência ao movimento em transportadores de correia de alta capacidade. n.40, p.457-467, 1976.

INDICE DE AUTORES

... R. A. - Novas plantas de lavras de carvão. n.39, p.109-121, 1976.

N^{os} 37 a 42

... F. A. & SCHNEIDER, A. W. & CASTANHO, O. S. - Carvão mineral no Rio Grande do Sul. n.41, p.93-112, 1978.

1975/1978

... A. - A Mina de Lagoa. n.41, p.317-330, 1978.

... J. B. - Beneficiamento de carvão da camada Barro Branco. n.41, p.17-28, 1978.

... J. A. F. & PÁDUA JR., A. C. - Descrição das novas lavras.

AKINAGA, R. M., STRIEDER, R. M. & KIOTANI, M. A. - Panorama da mineração na região metropolitana da grande São Paulo. n.42, p.179-203, 1978.

ALBUQUERQUE, G. A. S. C. de - O fosfato de Patos de Minas e suas possibilidades economicas. n.39, p.225-255, 1976.

ALBUQUERQUE, L. F. F., FABRICIO, J. A. C. & FERREIRA, J. A. F. - Pesquisa de carvão no Rio Grande do Sul. n.41, p.79-91, 1978.

ALVARINHO, S. B. - Mineralurgia do níquel; conjuntura atual e perspectiva futura. n.37, p.37-74, 1975.

ANDRADE, A. C. S. A. P. - Estratégia para um programa de pesquisa mineral. n.41, p.391-402, 1978.

APS, W. - Pesquisa de minério fosfático de Ipanema. n.37, p.25-34, 1975.

ARIOLI, E. E. - Atividades de prospecção de pegmatitos no médio vale Rio Doce. n.42, p.157-177, 1978.

BARBOSA, J. G. - Apontamento sobre dispositivos do Código de Mineração e sobre a lei n. 6.403 de 15-12-1976. n.42, p.207-220, 1978.

- 2
- BEHREND, W. K., VINCENT, D. & OSZTER, Z. F. - Novas considerações sobre a avaliação da resistência ao movimento em transportadores de correia de alta capacidade. n.40, p.457-487, 1976.
- BORGES, R. A. - Novos planos de lavras de carvão. n.39, p.209-221, 1976.
- BRINCKMAN, F. A., SCHNEIDER, A. W. & CASTANHO, O.S. - Carvão mineral no Rio Grande do Sul. n.41, p.93-112, 1978.
- _____, _____ & _____ - A Mina do Leão. n.41, p.317-330, 1978.
- BRUNO, J. B. - Beneficiamento de carvão da camada Barro Branco. n.41, p.17-29, 1978.
- CAMPOS, J. A. F. & PÁDUA JR., A. G. de - Descrição das novas instalações da CVRD em Itabira. n.42, p.137-151, 1978.
- CARVALHO, W. S., SUSLICK, S. B. & SIRACUZA, J. R. - Uma aplicação de variogramas na prospecção geoquímica em solos. n.41, p.351-390, 1978.
- CASTANHO, O. S., SCHNEIDER, A. W. & BRINCKMANN, F. A. - Carvão mineral no Rio Grande do Sul. n.41, p.93-112, 1978.
- _____, _____ & _____ - A Mina do Leão. n.41, p.319-330, 1978.
- CHAVES FILHO, R. C. & REIS, J. V. - Concentração de minérios de manganês. n.39, p.159-170, 1976.
- CHAVES, F. M. - Panorama do xisto no Brasil; perspectivas futuras e conjuntura atual. n.39, p.15-59, 1976.
- COELHO, I. S. - Minério de manganês. n.38, p.25-47, 1976.
- CONSTANTINO, W. - Concentração de feldspatos por flutuação cationica. n.40, p.409-431, 1976.
- CORSINI, J. M. de A. - Controle de vibrações em desmontes com explosivos. n.39, p.61-73, 1976.

- CORSINI, J. M. de A. - Critérios para determinação da altura ideal de bancada em desmonte de rocha com explosivo. n. 38, p.9-23, 1976.
- COSTA, H. F. da - As jazidas de estanho no Brasil e o continente gondwana. n.41, p.331-349, 1978.
- D'AVILA, O. F. - Mão-de-obra qualificada para empresas de mineração. n.41, p.203-308, 1978.
- EIKAN, J. - Escavação contínua. n.38, p.67-74, 1976.
(Trabalho apresentado em Inglês)
- FABRÍCIO, J. A. C., FERREIRA, J. A. F. & ALBUQUERQUE, L. F. F. de - Pesquisa de carvão no Rio Grande do Sul. n.41, p.79-91, 1978.
- FAHEY, J. - Some aspects of cationic silica flotation of Brazilian itabirites. n.40, p.375-383, 1976.
- FELICISSIMO JR., J. - Histórico de Ipanema. n.38, p.50-55, 1976.
- FERREIRA, J. A., FABRÍCIO, J. A. C. & ALBUQUERQUE, L. F. F. de - Pesquisa de carvão no Rio Grande do Sul. n.41, p.79-91, 1978.
- FREITAS, J. R. de - Controle de poluição aquática no sistema de rejeito de concentração de itabirito. n.40, p.265-306, 1976.
- FUJIMURA, F., HENNIES, W. T. & NEVES, R. O. - Características tecnológicas de carvões nacionais. n.40, p.447-456, 1976.
- GAMA, C. D. da - Aplicação da computação em sistemas mineiros. n.37, p.1-18, 1975.
- _____ - Cálculo expedito da estabilidade de túneis e de suas necessidades de suporte. n.39, p.101-130, 1976.
- _____ - Mecânica de rochas prática. n.41, p.115-199, 1978.

GAZZOLA, E. de A. - Aplicações de computadores a planejamento, operação e controle de mineração na América do Norte. n.38, p.148-183, 1976.

_____ - O Projeto Conceição: planejamento de lavra na nova etapa de expansão da C.V.R.D. n.38, p.185-214, 1976.

GRIFFON, J. C. & RICHTER, H. - Geologia, mineração e tratamento do minério de níquel do Morro do Niquel, MG. n.40, p.385-398, 1976.

HENNIES, W. T., FUJIMURA, F. & OLIVEIRA, R. N. de - Características tecnológicas de carvões nacionais. n.40, p.447-456, 1976.

_____ & SALGADO, O. R. - Contribuição da mineração de carvão no abastecimento energético. n.41, p.55-63, 1978.

_____ & STELLIN Jr., A. - Testes de piroexpansibilidade em vesmiculitas brasileiras. n.40, p.433-445, 1976.

KIOTANI, M. A., STRIEDER, R. M. & AKINAGA, R. M. - Panorama de mineração na região metropolitana da grande São Paulo. n.42, p.179-203, 1978.

MAGALHÃES, E. M. - Novos planos de industrialização e beneficiamento em minérios de ferro. n.40, p.307-319, 1976.

MARTINS, E. J. - Panorama do zinco no Brasil. n.38, p.90-122, 1976.

MELO, P. R. C. de - Método de lavra por dissolução subterrânea empregado pela Salgema Mineração Ltda. n.42, p.276-285, 1978.

MENDES, H. C. - Modelo computacional para ensaios de lavra na jazida de Jacupiranga. n.39, p.75-95, 1976.

MISK, A. - Mineração aluvionar. n.38, p.75-88, 1976.

- OLIVEIRA, R. N., HENNIES, W. T., & FUJIMURA, F. - Características tecnológicas de carvões nacionais. n.40, p. 447-456, 1976.
- OSZTER, Z. F., BEHREND, W. K. & VINCENT, D. - Novas considerações sobre a avaliação da resistência ao movimento em transportadores de correias de alta capacidade. n.40, p.457-487, 1976.
- PÁDUA JR., A. G., & CAMPOS, J. A. F.:- Descrição das novas instalações da CVRD em Itabira. n.42, p.137-151, 1978.
- REIS, J. V. & CHAVES FILHO, R. C. - Concentração de minérios de manganês. n.39, p.159-170, 1976.
- REZENDE, N. P. - O manganês no mundo e no Brasil. n.42, p.5-133, 1978.
- RIBAS, W. M. - Custos comparativos de lavra em duas minerações de escalas de produções diferentes. n.39, p. 175-199, 1976.
- RIBEIRO, G. M.; ROCHA, R. da, & MOREIRA, R. X. - Carvão mineral nacional não coqueificável em forno elétrico de redução. n.41, p.31-52, 1978.
- RIBEIRO FILHO, A. P. - Industrialização de caulim no Nordeste. n.40, p.353-367, 1976.
- RICHTER, H. & GRIFFON, J. C. - Geologia, mineração e tratamento do minério de níquel do Morro do Níquel, MG. n.40, p.385-398, 1976.
- ROCHA, R. da, RIBEIRO, G. M. & MOREIRA, R. X. - Carvão mineral nacional não coqueificável em forno elétrico de redução n.41, p.31-52, 1978.
- SAD, J. H. G. - Títânio. n.38, p.123-147, 1976.
- SALGADO, O. R. & HENNIES, W. T. - Contribuição da mineração de carvão no abastecimento energético. n.41, p.55-63, 1978.

SANTOS, T. D. S. - A influencia do curso de metalurgia da Escola Politecnica na metalurgia. n.38, p.1-8, 1976.

SCHNEIDER, A. W., BRICKMANN, F. A. & CASTANHO, O. S. - Carvão mineral no Rio Grande do Sul. n.41, p.93-112, 1978.

_____ - A Mina do Leão. n.41, p.319-330, 1978.

SILVA PINTO, M. A. da - Bens primários não-metálicos. 40, p.325-348, 1976.

SIRACUZA, J. R., SUSLICK, S. B. & CARVALHO, W. S. - Uma aplicação de variogramas na prospecção geoquímica em solos. n.41, p.351-390, 1978.

SIRIANI, F. A. - Características gerais do desgaste de mandíbulas em britadores. n.38, p.58-66, 1976.

STELLIN JR., A. & HENNIES, W. T. - Testes de piroexpansibilidade em vermiculitas brasileiras. n.40, p.433-445, 1976.

STRIEDER, R. M. Panorama da mineração na região metropolitana da grande São Paulo. n.42, p.179-203, 1978.

SUSLICK, S. B., CARVALHO, W. S. & SIRACUZA, J. R. - Uma aplicação de variogramas na prospecção geoquímica em solos. n.41, p.351-390, 1978.

VINCENT, D., BEHRENDTS, W. K. & OSZTER, Z. F. - Novas considerações sobre a avaliação da resistência ao movimento em transportadores de correia de alta capacidade. n.40, p.457-487, 1976.

_____ & BEHRENDTS, W. K. - Tendências do desenvolvimento de transporte a longas distâncias de matéria-prima a granel por correias transportadoras. n.42, p.239-273, 1978.

ESCOLA POLITECNICA
Dep. Engenharia de Minas

Marília Freire Sanches
Bibliotecária - CRB/304

O Índice de autores relativo aos nº 1 (1945) a 36 (1975) encontra-se no n.38 do Boletim.