

**Economia dos fertilizantes potásí  
sicos.**

**Edward Pinto de Lima**



CURSO DE ECONOMIA MINERAL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PATROCÍNIO DA SUPERINTENDÊNCIA DO  
DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE  
(SUDENE)

"ECONOMIA DOS FERTILIZANTES POTÁSSICOS"

Rio, Janeiro de 1973

Eng<sup>o</sup> Edward Pinto de Lima  
C.P.R.M.

## I N D I C E

## Página

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AVALIAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO MINEIRO	2
2.1 - Objetivos e Filosofia da Avaliação Econômica de um Empreendimento Mineiro	2
2.2 - Estruturação Preliminar de uma Avaliação Econômica	6
2.3 - Estimativas de Dados	9
2.4 - Reservas	10
3 - MERCADO DO TÓRSSIO	14
3.1 - Enfoque Internacional - Perspectivas	16
3.2 - Mercado Brasileiro - Perspectivas	23
4 - QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS DEPÓSITOS DA ÁREA DA RESERVA NACIONAL E REGIÃO ADJACENTE	31
4.1 - Histórico	31
4.2 - Situação Geográfica e Sumário Geológico	39
4.3 - Reservas	43

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Iniciando esta exposição desejo, ressaltar a honra que constitui para mim colaborar com este Curso de Economia Mineral, e me congratular com o INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO e da SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE por essa iniciativa tão feliz. Idéias e realizações como esta demonstram que os seus órgãos patrocinadores realmente fazem jús ao merecido conceito que desfrutam, cada vez mais atuantes na nobre e patriótica tarefa de promover o desenvolvimento do Nordeste, especialmente no Setor Mineral.

Apesar das minhas limitações didáticas, para as quais desde já peço excusas ao seletto auditório, procurarei tecer algumas considerações sobre os problemas da Economia Mineral, tendo em vista o caso específico do Potássio.

Ao longo de minha vida profissional tenho notado que os técnicos do setor mineral tendem a dar importância secundária aos aspectos econômicos dos problemas mineiros. Tal falha, reconhecida pelos técnicos e órgãos mais experimentados, pode ocasionar erros e distorções graves no enfoque de certos problemas. Por isso mesmo nunca será demais acentuar a importância e oportunidade de cursos como este, especialmente numa região de reconhecida vocação mineral como é o Nordeste.

## 2.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO MINEIRO

..."A indústria mineira pode bem ser a única na razão do número de projetos seriamente examinados em relação ao número dos começados. Relações de 20:1 não são incomuns e 40:1 não são desconhecidas. Isto impõe um prêmio sobre a eficiência da investigação e muito pode ser feito nos dois lados, uma aproximação geral para descobrir novas oportunidades e avaliação de projetos uma vez encontrados ...".

(Merrett and Sykes)

### 2.1 - Objetivos e Filosofia da Avaliação Econômica de um Empreendimento Mineiro

Primeiramente vamos procurar esquematizar, em termos gerais, a estruturação preliminar e a natureza dos dados necessários para a avaliação econômica de qualquer investimento na indústria extrativa. Uma vez os dados pertinentes tenham sido coletados ou estimados, uma medida objetiva do valor do investimento e um grau de precisão entre as alternativas são desejáveis.

Uma operação mineira bem sucedida abrange, via de regra, um conjunto de atividades que, na sua sequência

natural se grupam em três fases distintas:

- a) Pesquisa - Prospeção e Pesquisa Propriamente dita;
- b) Desenvolvimento ou preparação da mina para lavra, e
- c) Lavra ou aproveitamento industrial da jazida.

Tais atividades consubstanciam a MINERAÇÃO no seu conceito técnico, e visam a descoberta, avaliação e extração, em bases econômicas, das substâncias minerais úteis, jacentes no interior ou na superfície da terra.

Das fases enumeradas, a PESQUISA MINERAL caracteriza-se como atividade essencialmente aleatória, onde o investidor pode perder todo o capital aplicado.

As outras, quando adequadamente planejadas, assemelham-se às demais atividades industriais, não oferecendo os riscos da pesquisa.

Em vista desses fatos, procura-se reduzir o risco do empreendimento por meio dos recursos da Engenharia de Pesquisa Mineral. Conceitualmente, ela consiste em compatibilizar o montante do investimento previsível com a técnica operacional programada, de modo a obter-se um conhecimento adequado da jazida, no prazo mais curto e a custo mais baixo.

Esse conceito reflete o conhecido aforisma, aplicável aos demais setores da engenharia "O engenheiro faz por um cruzeiro o que os outros fazem por dois". Sendo a pesquisa um empreendimento aleatório, para minimizar-se o risco correspondente sobre a jazida em estudo, analisando e verificando, em cada estágio, se as informações obtidas justificam a próxima etapa programada.

Destarte, partindo-se do contexto geológico ambiental da jazida, infere-se seu comportamento no sub-solo, encetam-se trabalhos de mapeamentos de detalhe e outras técnicas, indicadas em cada caso, indo-se às sondagens geológicas, se necessário.

Estas últimas, por constituírem técnicas de custo elevado, serão locadas criteriosamente, em pontos-chaves, determinantes do maior número de parâmetros definidores do corpo mineral.

Assim, no estudo de uma jazida, há um ponto de equilíbrio entre o dinheiro investido na pesquisa e a determinação de uma reserva mínima econômica.

O grande anseio dos prospectores e pesquisadores é encontrar parâmetros que conduzam à determinação desse ponto de equilíbrio econômico, variável no tempo e no espaço.

É necessário, ademais, estudar-se a economia do mineral em apreço, em face das conjunturas nacional e internacional vigentes, para que, aliando-as ao conhecimento da geologia do depósito, se possa fazer projeções da sua pujança e do seu valor atual, para investigar-se a quantificação do investimento em pesquisa e dimensionar-se o capital exigido no seu aproveitamento econômico.

Vem a propósito ressaltar que o valor econômico da jazida depende essencialmente da existência de mercado para seus produtos. As possibilidades do mercado (business cycle), no quadro do estudo econômico do mineral, equivalem em importância à descoberta da jazida.

Uma vez conseguida reserva mínima e econômica, tomam-se providências para iniciar-se a lavra, mas os trabalhos de pesquisa deverão prosseguir por toda a vida da mina, proporcionando conhecimento pormenorizado do corpo mineral e visando obter gradativamente, pelo menos, reposição da reserva extraída.

No consenso geral dos mineradores a verdadeira reserva de uma jazida só é conhecida após a retirada da última pá de minério. Em que pese a evolução da técnica e a crescente utilização de métodos mais sofisticados de pesquisa, essa afirmativa continua válida.



A Mineração Morro Velho se arrasta há mais de um século e suas reservas ainda continuam a ser sistematicamente pesquisadas e novos "ore shoots" vêm sendo descobertos.

A Companhia Vale do Rio Doce dispende anualmente considerável quantia, para melhor conhecimento de suas reservas, que têm sido substancialmente aumentadas.

Note-se, entretanto, que além do conhecimento da reserva de uma jazida, há certos parâmetros mineiros que necessitam determinação antes que ela entre em lavra. Esses são englobados nos trabalhos de desenvolvimento da jazida.

## 2.2 - Estruturação Preliminar de Uma Avaliação Econômica

Abordaremos, sucintamente, os vários métodos de quantificação de risco e incerteza que são comumente inerentes às atividades mineiras. Não obstante, procuraremos dar as bases para iniciar e possibilitar um discernimento dos fatores essenciais de qualquer avaliação econômica.

### A necessidade da Análise Econômica

A necessidade de uma avaliação econômica pode surgir por várias razões. Usualmente uma tal avaliação será feita antes de:

- a) o desenvolvimento de uma propriedade mineira;
- b) aquisição de uma mina em funcionamento;
- c) uma planejada mudança no método de processamento que, conseqüentemente, afeta a ordem de produção ou a viabilidade econômica da mina;
- d) uma avaliação para fins de impostos.

A análise econômica deve caminhar em direção a uma resposta imparcial a duas questões: (1) o investimento do projeto parece satisfazer aos objetivos da firma? (2) este projeto "melhor" ou "pior" do que outros projetos possíveis?

Uma ordem de classificação, entre os projetos alternativos, não somente garante que um investimento específico é justificado quando satisfaz os objetivos da administração, mas também habilita a firma a escolher o melhor plano proposto de acordo com sua adaptabilidade a estes objetivos, em vista dos recursos limitados disponíveis. Mesmo se houvesse somente uma oportunidade de investimento mineiro sob exame, deve esta comparar-se favoravelmente para uma ótima alocação de fundos - com outros campos de atividades de rendimentos lucrativos. Este conceito de custo de oportunidade deve ser considerado como uma parte integral da avaliação econômica.

### Projetos de Investimento Mineiro - Aspectos Específicos

Basicamente, um investimento, num projeto de mineração, não difere de qualquer outro investimento de capital. Há, todavia, três fatores adicionais que devem ser considerados na análise, porque eles podem afetar bastante as conclusões finais. São eles: o tempo gasto da descoberta até a produção, a exaustão dos depósitos individuais e a dedução de impostos. Na análise, estes fatores aparecerão em termos de uma vida útil para um projeto, um longo período de pré-produção e uma percentagem ou custo de depleção, este último podendo ser dedutível da renda taxável da firma.

Deve-se levar ainda em consideração outros fatores que têm alto impacto na seleção das técnicas de avaliação, que são: a natureza heterogênea dos depósitos de minério (nunca dois depósitos são idênticos) e sua vulnerabilidade a riscos políticos e sociais, os quais aumentam o grau de incerteza e riscos associados aos projetos de mineração, o que leva à busca do uso extensivo de técnicas específicas e sofisticadas de avaliação.

Além destes fatores, não podemos esquecer o valor do dinheiro no tempo, que é um conceito básico nos estudos econômicos. O dinheiro tem um valor no tempo - ou seja, uma da

da quantia de dinheiro agora é normalmente mais valiosa do que uma igual em alguma data futura. Da mesma maneira, firmas e pessoas físicas emprestam dinheiro no presente para receber uma quantia maior no futuro. O grande espaço de tempo entre o desembolso dos fundos de investimento, na exploração e desenvolvimento de grandes corpos de minério, e o afluxo de renda tão logo as minas entrem em operação plena, indica que estamos tratando com diferentes valores de dinheiro, por causa do aspecto de diferentes espaços de tempo. Esta diferença entre o valor (preço) de uma disponibilidade de recursos, anterior e posteriormente, é chamada juros. Estes juros são, muitas vezes, chamados de "custo de capital". Isto é tecnicamente certo, mas somente do ponto de vista de escrituração contábil, porque ignora totalmente o conceito de custo de oportunidade.

### 2.3 - Estimativas de Dados

Qualquer método de avaliação...

talhes de um projeto de mineração somente é obtido depois do depósito ter sido completamente esgotado - e aí é demasiado tarde para remediar erros cometidos quando da avaliação.

#### 2.4 - Reservas

O interesse de uma firma de mineração num depósito específico pode emergir como resultado de trabalho de exploração feito pelos geólogos da própria companhia ou por outras fontes. Uma indicação recente de uma mineralização em potencial deve ser seguida por uma investigação geológica e apoiada por trabalhos de trincheiras, poços, sondagem e testemunhagem, etc. Baseado nos estudos de superfície e adequadas amostras representativas, cuidadosamente analisadas e pesadas, calcula-se o volume (ou tonelagem) do minério no depósito e a média do conteúdo metálico. Como nem todas as reservas são recuperáveis, a fração do depósito que pode ser extraída lucrativamente varia com a sua composição química e física, com o método de mineração usado, e a habilidade da firma para vender o produto a um preço que permita lucros ao minerador. Se o projeto é bem empreendido, o minério recuperável deve gerar, durante a vida útil da mina, bastante lucro para pagar:

- (1) os trabalhos de pesquisa ou o custo de aquisição do direito de lavra;
- (2) os custos de desenvolvimento do depósito, remoção do capeamento e rejeito (numa mina a céu aberto); perfuração de "shafts" e galerias (numa mina subterrânea);
- (3) o custo do equipamento, usina e demais facilidades (equipamento de extração, beneficiamento, fundição e refino, meios de transporte, estocagem, etc.);
- (4) todos os custos operacionais (incluindo encargos e salários, despesas de administração outros suprimentos e materiais, custos de tratamento, etc.);
- (5) um retorno aceitável sobre o investimento, e
- (6) alguma compensação (acima da taxa de retorno) para riscos e incertezas.

#### Razão de Produção e Teor Mínimo

A seleção de um tamanho ótimo de mina é baseada sobre o efeito recíproco de 2 parâmetros diferentes - tonelagem por unidade de tempo (produção) e teor mínimo do minério - dependentes da limitação do tamanho do corpo do minério e admi

tindo-se que o mercado absorverá todos os níveis considerados de produção. Cada um destes parâmetros deve ser avaliado separadamente, e o projeto é então comparado com as alternativas de oportunidade de investimento alhures. A assertiva de que o mercado próprio não é um fator de limitação em qualquer tempo durante a vida útil da mina deve ser cuidadosamente examinada e reexaminada.

Disse Carlisle que o valor atual máximo ótimo, usualmente, ocorre num nível de produção e para um teor médio do minério, que fica situada em algum ponto da combinação dos valores acima referidos, que renda um lucro máximo por unidade, gerando, portanto um lucro total máximo.

Assim que sejam determinados os fatores de recuperação e o teor médio do minério, pode-se planejar adequadamente a moagem, o beneficiamento e as facilidades de processamento. O objetivo deve ser a mais alta taxa de utilização com um investimento de capital mínimo. Ainda mais, as facilidades devem ter alguma flexibilidade para capacitar a firma a reagir às condições oscilantes do mercado, a mudanças na estrutura de custos ou na política governamental.

Em conclusão, a análise financeira de um projeto mede a rentabilidade esperada de um investimento num proje-

to planejado e é a etapa final no estudo de viabilidade econômica. A análise, em combinação com os demais fatores do estudo, deve mostrar aos dirigentes toda a informação necessária para avaliar o investimento proposto.



### 3.0 - MERCADO DO POTÁSSIO

Embora sendo o Potássio um dos três princi pais elementos essenciais à vida das plantas, somente no século XIX é que sua importância foi notada. A partir daí é que se co- meçou a produzi-lo para agricultura e posteriormente para fins industriais. Até nossos dias, 95% da sua produção é utilizada no cultivo da terra, sendo hoje possível projetar o crescimento da indústria de fertilizantes potássicos, graças à aceitação dos métodos científicos na agricultura.

O termo "potash" é geralmente usado em refe- rência a uma classe de sais de potássio, tanto na forma de com- posto mineral como de produto acabado. Ou ainda para se referir ao óxido de potássio ( $K_2O$ ), um composto não encontrado na nature- za mas produzido pelo homem. Todavia, os minerais de Potássio e seus compostos são, normalmente, classificados em termos de equi- valentes de  $K_2O$ , a despeito do fato de que 90% do Potássio consu- nido no mundo esteja na forma de cloreto de potássio (KCl), co nhecido também como muriato de potássio.

Há mais de 70 minerais diferentes de Potássio, mas somente poucos têm significado econômico. Os sais de potássio solúveis podem ser encontrados nos depósitos tipo camada, nos lagos, nos mares ou nas salmouras de sub-superfície. Outras fontes incluem cinzas de madeira, guano e matérias orgânicas.

Os minerais de potássio mais importantes do ponto de vista econômico são:

Silvita	(KCl)
Camalita	(KCl. Mg Cl <sub>2</sub> . 6 H <sub>2</sub> O)
Kainita	(Mg SO <sub>4</sub> . KCl. 3 H <sub>2</sub> O)
Langbeinita	(K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Mg SO <sub>4</sub> )
Nitro	(K NO <sub>3</sub> )
Polihalita	(K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Mg SO <sub>4</sub> . 2 Ca SO <sub>4</sub> . 2 H <sub>2</sub> O)

Outros minerais que são considerados fontes potenciais de potássio:

Alunita	$\left[ K Al_2 (SO_4)_2 (OH)_6 \right]$
Leucita	K Al (SiO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
Glauconita	K <sub>2</sub> (Mg Fe) <sub>2</sub> Al <sub>6</sub> (Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ) (OH) <sub>12</sub>

Não foi incluída, nos minerais acima, uma das principais fontes de Potássio, que é a Silvinita, por não ser a mesma mineral e sim uma mescla de Silvita (KCl) e Halita (Na Cl).

### 3.1 - Enfoque Internacional - Perspectivas

A grande expansão da produção de fertilizantes potássicos, levada a cabo durante 1964-68, e devida, em sua maior parte, ao Canadá e à Rússia, resultou numa superprodução mundial de Potássio.

A análise do posicionamento do produto, frente ao mercado internacional, revela que essas características de superprodução deverão perdurar, pelo menos, até 1975.

O crescimento, pouco ordenado, da produção mundial de potássio, fez com que o aviltamento de preços chegasse, em 1969, a um estado de "dumping" jamais atingido por esse fertilizante.

Na década 50/60, o preço internacional desceu de 72 dólares por tonelada de Potássio (K) para cerca de 47 dólares, -isto a preços constantes de 1968 - apresentando um decréscimo global, no período, de 34,7%.

No intervalo 60/70, durante cerca de 2/3 do mesmo, o preço manteve-se relativamente estável, e até com ligeiras tendências de alta. A partir de 1966, início da grande produção das minas canadenses, o preço sofreu uma queda abrupta, caindo do valor anterior de 47 dólares, em (1966), para cerca de 23 dólares, em 1969, ou seja, uma redução de 50% em 4 anos.

Em 1970/71, o preço sofreu ligeira alta, porém a previsão até 1975 é a manutenção do atual "status", salvo novos acordos entre os grandes produtores, entrada de novos fornecedores no mercado e/ou descobertas de novas jazidas.

Prize-se, ainda, que o período 1970/71 foi marcado pelos seguintes eventos: grande expansão da produção de Israel e a entrada do Congo Brazaville no mercado mundial de potássio, a par da maior produção dos países do Leste.

Aliás, o problema da fixação de preços mínimos para o Potássio levou ao estabelecimento de um sistema de quotas que permitiu a determinação de um "floor price" aplicável a todas as vendas de potássio canadense.

Em termos nacionais, vê-se que, a partir de 1965, apesar do significativo incremento anual positivo da importação (Inexo 1), houve um decréscimo, substancial e anormal,

no preço unitário de Potássio, fato por demais sugestivo para descatar o estado de "dumping".

Trata-se, porém, de "dumping" indiscriminado, praticado na busca do domínio do mercado internacional. O estudo do business cycle do mineral, com apreciações geoestatísticas, parece indicar tendência para uma estabilidade de preços próxima ao nível de 1960 (US\$ 47,00 a 40,00), (Anexo 1).

Observe-se, ainda, que as restrições sobre a produção e venda do Canadá acarretaram a perda de alguns mercados importantes para aquele país. Esse fato permitiu aos americanos operarem a 90% e aos europeus a 75% da capacidade instalada.

O Governo de Saskatchewan (Canadá) chegou à conclusão, juntamente com os produtores, que a única saída seria a recuperação dos mercados estrangeiros. Isso significará mais concorrência para o futuro.

Os produtores canadenses, se passarem a operar a 70% das suas capacidades produtivas autorizadas, e caso as vendas domésticas dos Estados Unidos permaneçam estacionárias, necessitarão identificar mercado para 2.100.000 t de  $K_2O$  em outros países.

Sabe-se, por outro lado, que se os Estados Unidos mantiverem o mesmo nível de produção de 70/71, suas reservas atuais deverão estar esgotadas daqui a 20 anos.

No período 70/71, teve início o contrato com importadores japoneses que adquiriram 500.000 t/ano de  $K_2O$  ao Canadá. A captura do mercado japonês foi possível pela violação do "floor price" estabelecido e acordado entre governo e produtores canadenses.

A produção mundial atual está estimada presentemente em 20 milhões t de  $K_2O$ , sendo esperado que até o ano 2000 haja possibilidade de, no mínimo, duplicar. Hipóteses mais otimistas julgam possível que, até aquela época, a produção esteja já próxima a cinco vezes a atual.

Até o fim do presente século, são esperados novos usos para o potássio e seus compostos: potássio metálico usado extensivamente para resfriar elementos combustíveis uraníferos, produzindo vapor de potássio que poderá ser empregado para movimentar turbinas; programa aeroespacial; permanganato de potássio encontrando larga aplicação na diminuição da poluição do ar, além da tecnologia petroquímica.

Uma análise mais detalhada da evolução da produção mundial de  $K_2O$ , na última década, revela que a mesma

experimentou um incremento de mais de 100%. Este fato deve-se, principalmente, ao desempenho da Rússia, que praticamente triplicou sua produção, e à entrada do Canadá, em 1965, no mercado internacional, elevando sua produção em mais de 2.000%, em apenas 7 anos. Esses dois países foram responsáveis por cerca de 30% da produção mundial em 1971.

Ao lado do surgimento do Canadá e da expansão da produção soviética, a dos Estados Unidos vem apresentando um incremento negativo, com ligeiro declínio no período 1966/1968 (-18%); as Alemanhas Ocidental e Oriental, bem como a França, mantém sua posição no panorama mundial, situando-se entre os 6 primeiros produtores.

Israel, apesar de ter perdido o mercado da Europa Oriental, após o conflito com o Egito, em 1967, pretende aumentar a capacidade de produção para atingir 1,2 milhões de toneladas, em 72, visando a alcançar outras áreas de compensação no mercado internacional.

O mercado mundial, a partir de 1970, contou com a participação da Austrália, do Congo Brazaville e do Reino Unido com capacidade instalada de cerca de 1,5 milhões de toneladas/ano de KCl. As cifras de produção podem ser visualizadas no Quadro I.

Da análise dessa conjuntura depreende-se, com relativa segurança, que o surgimento atual de uma nova indústria de fertilizantes potássicos só será possível caso a mesma conte com um mercado cativo que lhe permita produzir em escala econômica.



PRODUÇÃO MUNDIAL DE POTÁSSIO COMERCIAL

(1.000 toneladas curtas em K<sub>2</sub>O equivalente)

(Quadro I)

PAÍSES	1966	1967	1968	1969	1970	1971*
1) <u>América do Norte</u>						
Canadá	-	2.383	2.918	3.146	3.173	3.573
Est. Unidos	2.393	3.299	2.722	2.804	2.500	2.450
2) <u>Europa</u>						
França	1.530	2.136	2.047	2.134	1.765	1.850
Alem. Oriental	1.666	2.432	2.527	2.535	2.400	2.450
Alem. Ocidental	1.978	2.712	2.823	2.853	2.306	2.443
Itália	26	270	298	309	175	150
Espanha	265	629	679	617	519	505
U. R. S. S.	1.084	3.161	3.439	3.505	4.200	4.800
3) <u>Ásia</u>						
Israel	83	331	403	408	546	568
4) <u>África</u>						
Congo Brazaville	-	-	-	-	123	258
Outros					20	20
<b>Total</b>	<b>6.075</b>	<b>17.353</b>	<b>17.856</b>	<b>18.311</b>	<b>17.727</b>	<b>19.067</b>

\* Estimativa

Fonte: U.S. BUREAU OF MINES

Tal mercado existe no Brasil, ficando o equacionamento final do problema na dependência de custos competitivos do binômio produção/escoamento, embora seja necessário conhecer que a questão também envolve aspecto estratégico de interesse para o desenvolvimento econômico do País.

### 3.2 - Mercado Brasileiro - Perspectivas

Todo o fertilizante potássico consumido no Brasil é importado, vez que não temos minas em produção desse bem mineral.

O Anexo 2 permite uma imagem da evolução da importação brasileira de cloreto de potássio.

No Anexo 3 são postos em gráfico os incrementos anuais da importação de fertilizantes potássicos industriais do País, do valor desta importação e do preço médio unitário CIF - BRASIL, possibilitando visualizar o comportamento desses diversos itens.

Da análise de toda a documentação mencionada, a qual permitiu um diagnóstico conjuntural do consumo de Potássio no País, fica evidenciado que a demanda brasileira comporta-se como um crescente contínuo, que deverá prosseguir e acentuar-se nos próximos anos, em virtude da grande extensão do País.

Todos sabem que os fertilizantes potássicos são componentes essenciais para a melhoria da produtividade das iniciativas agrícolas. O grande desenvolvimento previsto para agricultura devido às medidas governamentais diretas ou indiretas de estímulo ao setor, tais como o PROTERRA, PRODOESTE, PROVALE, PLANO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO, POLÍTICA DE PREÇOS MÍNIMOS, EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA, etc., tendem a manter o crescimento desse setor primário da economia em níveis pelo menos compatíveis ao desenvolvimento nacional.

Estudos realizados pelo Grupo de Trabalho sobre Fertilizantes, do Comitê Interamericano da Aliança para o Progresso, em 1968, revelam que apenas 5% dos agricultores brasileiros usam fertilizantes.

As estatísticas, entretanto, revelam que, nos últimos anos, o consumo de fertilizantes vem recebendo um considerável impulso no País, havendo um aumento gradual no seu emprego. Mostra-se o mercado de fertilizantes em franca expansão, não obstante os baixos índices de consumo ainda registrados, consumo este que deverá comportar-se com um crescimento contínuo, a acentuar-se nos próximos anos.

Este crescimento irá, sem dúvida, depender da melhoria tecnológica da produção, do crescimento da população e aumento do seu padrão de vida, da diminuição de novas terras adequadas à agricultura diversificada, da ampliação do mercado de exportação e das disponibilidades de capital, tanto para expansão agrícola como para a infra-estrutura necessária.

É bom lembrar que, em 1970, foram importados 519 mil toneladas de fertilizantes potássicos, no valor de mais de US 19 milhões, e, em 1971 593 mil toneladas no valor de cerca de US 26 milhões. Observando estes números e pensando nas medidas governamentais acima, podemos prever um consumo de fertilizantes potássicos, em 1980, a níveis próximos de 800 mil toneladas de equivalentes em  $K_2O$ , elevando o dispêndio cambial para mais de US 50 milhões, desde que não haja produção doméstica.

Frize-se aqui que o intensivo e extensivo uso do potássio como fertilizante acompanha a evolução do setor, pois não há substituto para o mesmo na sua importante função de macronutriente.

O quadro a seguir demonstra o quanto é ainda incipiente o consumo de fertilizantes no Brasil, de uma maneira global, consequência lógica da ausência, no País, de fontes de

produção de potássio e fosfato e do baixo nível tecnológico da nossa agricultura.

ÁREAS CULTIVADAS (1.000 ha)

CULTURA	NORDESTE (1)		CENTRO-SUL (2)		SUL (3)	
	ÁREA ADUBADA	TOTAL	ÁREA ADUBADA	TOTAL	ÁREA ADUBADA	TOTAL
Algodão	-	448	636	1.212	-	-
Arroz	-	17	250	1.010	191	383
Batata	-	-	88	88	-	61
Café	-	-	1.000	2.000	-	-
Cana-de-Açúcar	146	365	300	756	-	53
Feijão	-	372	28	285	27	274
Fumo	-	14	-	-	115	115
Mandioca	-	185	5	104	13	274
Milho	-	443	1.800	3.600	500	1.670
Trigo e Soja	-	-	250	583	757	1.314
Total	146	2.581	4.357	9.638	1.603	4.144

(1) Estimativa referente ao ano de 1968.

(2) Estudo elaborado pela Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA - T. 13/70 - refere-se ao ano de 1969.

(3) Estimativa referente ao ano de 1968.

FONTE: Perspectivas da Indústria de Fertilizantes no Brasil  
- Paulo Vieira Belotti - 1970.

Sabe-se ainda que o Norte, o Nordeste e o Centro Oeste, objetos dos concentrados esforços do Governo Federal para o desenvolvimento, ainda não possuem sequer consumo significativo de fertilizantes.

A mesma fonte do Quadro anterior fornece os dados a seguir baseados em projeções feitas por técnicos do TVA, para os anos de 1975 e 1980.

BRASIL - ESTIMATIVA DO CONSUMO DE FERTILIZANTES  
(Em 1.000 toneladas)

Ano	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	TOTAL
1975	515	646	371	1.553
1980	942	931	514	2.387

FONTE: Perspectivas de Fertilizantes no Brasil -  
- Paulo Belloti - 1970.

É necessário desenvolver grande esforço interno para ampliar a produção nacional de fertilizantes, o que já se acha em andamento, pois a participação no consumo é muito pequena, tendo, em 1969, sido de 6% para o nitrogênio, 45% para o fósforo e totalmente nula para os potássicos.

Vale a pena repetir a mesma projeção para o potássio, dentro dos mesmos índices, considerando, porém, que em 1970, a importação já atingiu 300.000 t em termos de K<sub>2</sub>O.

Ano	1970	-	300.000 t	$K_2O$
Ano	1975	-	420.000 t	$K_2O$
Ano	1980	-	590.000 t	$K_2O$

O Anexo 4 permite visualizar tal projeção para o Brasil, contemplando ainda estimativas de crescimento a 10 e 15% ao ano.

Mesmo considerando-se que a importação em 1970 e 1971 sofreu incremento além do normal esperado, face ao estímulo da queda de preços ter permitido em anos anteriores uma maior utilização do produto, o fato serve apenas para trazer à tona os problemas de demanda contida.

A produção de potássio também deve ser encarada relacionando-a com os demais fertilizantes. Quanto aos fosfatados, apesar das pesquisas em andamento no País, ainda não há um rumo seguro de caráter final. Existem perspectivas em Araxá (M.G.), porém o problema, em termos de Brasil atual, continua em aberto.

Quanto aos nitrogenados, as perspectivas são animadoras, principalmente face à instalação dos polos petroquímicos de São Paulo e Bahia.

Um argumento que poderia ser aduzido contra a exploração do potássio, no Brasil, seria a vantagem de importar aos preços aviltados vigentes. Em contrapartida, com o alívio da pressão do mercado internacional, não teríamos incorporado à nossa constelação industrial uma fonte permanente de produção doméstica de potássio.

Tal colocação se fortalece em termos de segurança nacional, considerando o elenco de outros produtos recuperáveis como o bromo, o magnésio e o salgema, derivados das jazidas de Sergipe, todos possíveis geradores de novas indústrias.

Por outro lado, um mercado cativo modestamente previsível de 600.000 t de  $K_2O$ /ano (ou 1.000.000 t de  $KCl$ /ano), em 1980, permite desde já partir para uma indústria de porte.

Das 8 maiores firmas produtoras canadenses apenas 2 estão autorizadas a comercializar mais de 400.000 t de  $K_2O$ /ano, e 4 das mesmas só têm autorização para produzir entre 250 a 300.000 t de  $K_2O$ /ano, apontando uma economia dirigida do mineral naquele País.

Considerando as atuais condições internacionais de produção e a possibilidade de fretes de retorno, é possível prever a colocação do potássio sergipano "grade standard"



de 60% de  $K_2O$ , CIF Santos, a cerca de US\$ 40.00/tonelada.

Apenas para reforçar as possibilidades de desenvolvimento do mercado brasileiro de potássio, convém salientar que nosso consumo é 12 vezes menor que o dos Estados Unidos e, em 1969/70, apesar da relativa estabilidade do mercado, o consumo da Europa Ocidental aumentou em 6%.

Ainda segundo dados obtidos para implantação de indústria nacional, um ótimo econômico poderia ser encontrado a 500.000 t/ano de  $K_2O$ , o que, à luz das estatísticas disponíveis, é totalmente aceitável no caso brasileiro. Entretanto, se pudermos penetrar no mercado da América Latina, deveremos pensar em elevar a cifra acima para um milhão de toneladas em equivalentes de  $K_2O$ .

#### 4.0 - QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS DEPÓSITOS DA ÁREA DE RESERVA NACIONAL E REGIÃO ADJACENTE

Riquezas minerais de alta importância na vida de qualquer nação industrializada - o SAL-GEMA e os SAIS DE POTÁSSIO - adquirem, a cada dia, maior relevo no desenvolvimento econômico de qualquer povo. Devido a isso, o atendimento interno da demanda de fertilizantes potássicos sempre foi preocupação dos brasileiros responsáveis pelo desenvolvimento agrícola e mineral do País. Essa preocupação estratégica era motivada pela inexistência, até o início da década dos quarenta, de informações geológicas que permitissem vislumbrar potencialidade adequadas de matéria prima em território nacional.

As primeiras informações que caracterizaram a possibilidade de ocorrência de potássio, economicamente explorável, no Território Nacional, foram obtidas nas pesquisas realizadas em Sergipe para o levantamento das jazidas de sal-gema e petróleo, tanto por iniciativa privada como governamental.

#### 4.1 - Histórico

O Sal-gema era desconhecido no Brasil até meados

de 1941, quando uma sondagem da companhia "ITATIG" mostrou a sua presença no Cretáceo de Sergipe - em perfurações realizadas para petróleo em Socorro (Cotinguiba), com espessura de cerca de 100 m.

Os pioneiros das pesquisas de petróleo passaram gradativamente, a pioneiros em Sal-gema, sem contudo terem conseguido se firmar técnica e industrialmente.

Para o sucesso de tais realizações, faltaram tradição e o necessário "know-how" para trabalhos exploratórios visando sal, o que vem demonstrar que o entusiasmo do pioneirismo nem sempre consegue suprir a falta de técnica, e que a justificativa da pressa de industrialização fez esquecer princípios clássicos de pesquisa mineral.

Afora a ação pioneira da "ITATIG" e a pesquisa, sem bom apoio técnico, da "IBASA", pouco ou quase nada se tentou fazer para resolver, técnica e economicamente, o problema de Sal gema no Brasil.

Em 1964, nas perfurações para petróleo realizadas pela PETROBRÁS em Carmópolis e Santa Rosa de Lima, foram identificados diversos horizontes de sais de potássio. Em 1965, no Instituto Nacional de Tecnologia, o saudoso homem de ciências,

Dr. Sylvio Fróes de Abreu, efetuou os primeiros ensaios de laboratório nos testemunhos de sondagem obtidos pela PETROBRÁS, tendo, inclusive, determinado a presença de silvinita. O Instituto de Tecnologia de Sergipe prestou, nessa mesma época, valiosa colaboração para o melhor conhecimento dos referidos sais.

Com o posterior desenvolvimento e delimitação, pela PETROBRÁS, dos campos de petróleo de Carmópolis, incluindo a testemunhagem da sequência salina, foram obtidas informações adicionais sobre a natureza e a extensão da reserva de potássio provavelmente existente.

Quanto ao Sal-gema, ocorrente na mesma sequên-cia genética dos sais potássicos, sondagens realizadas no Estado de Sergipe, em 1941, já mostravam sua presença em espessuras da ordem de 100 metros. As perfurações da PETROBRÁS, em Carmópolis, comprovaram a existência de camadas de sal bem mais espessas e a profundidades menores.

Em 16 de agosto de 1967, o Governo Federal, definindo as linhas políticas do problema, resolveu constituir Reserva Nacional de Salgema e Sais de Potássio, pelo Decreto nº 61.157, uma área de 425 km<sup>2</sup>, compreendida entre os paralelos 10° 35' 12" e 10° 42' de Latitude Sul e os meridianos 36° 55' e

37° 15' 15" de Longitude Oeste, no Estado de Sergipe. O artigo 2º do referido Decreto incumbiu o Ministério das Minas e Energia, por intermédio do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) de realizar, com exclusividade, os trabalhos de pesquisas necessários à determinação do valor dos depósitos de sal-gema e sais de potássio existentes na área de Reserva Nacional.

Em 7 de maio de 1968, por Decreto-lei, foi a União, por intermédio do Ministério das Minas e Energia, autorizada a firmar convênio com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) no montante de sete milhões e quinhentos mil cruzeiros, à conta do Fundo Nacional de Mineração, para a execução de parte dos serviços relativos ao Projeto Potássio, correndo o atendimento do restante das despesas por verbas especiais. Esse Projeto foi elaborado no DNPM, com o apoio da PETROBRÁS, objetivando realizar os trabalhos de pesquisa determinados pelo Decreto que criou a Área de Reserva Nacional.

Era então titular do DNPM o eminente Engenheiro de Minas Francisco Moacyr de Vasconcellos, técnico de mais alta estatura intelectual ora atuando no setor mineral brasileiro, ademais conhecido pessoalmente, creio eu, por grande parte dos presentes, vez que prestou sua inestimável colaboração ao

Setor Mineral do Nordeste, além de ter sido, por vários anos, professor do Curso de Engenharia de Minas, da Escola de Engenharia desta Universidade.

A equipe de alto nível que programou o plano de pesquisa e o desenvolveu, em termos de Assessoria, foi constituída pelos renomados técnicos: Irnack Carvalho do Amaral, João Tavares Neiva de Figueiredo, Gerson Fernandes e Sandoval Carneiro de Almeida, o penúltimo representando a PETROBRÁS e o último chefe do Projeto Potássio durante todo o período de execução do mesmo.

O Diretor Geral do DNPM e Assessores estiveram sempre empenhados no bom andamento dos trabalhos, não poupando esforços no sentido de prestar, em todas as etapas do Projeto Potássio, uma permanente e efetiva assistência.

Ressalte-se ainda que o DNPM, visando otimizar a pesquisa sob sua responsabilidade, também contratou, durante a execução do PROJETO POTÁSSIO, assessoria americana e europeia, representada por 5 técnicos especialistas de alto nível e renomado conceito internacional quanto a problemas correlatos a jazidas de evaporitos. Além disso, entregou ao Battele Institute e à Hazen Research Inc. estudos específicos ligados ao processamento

industrial dos depósitos salíferos.

Os trabalhos de campo foram executados por uma equipe de 12 técnicos de grande experiência em sedimentos, contando com o apoio de 5 químicos e moderno laboratório especialmente instalado para suporte analítico especializado no problema, além de pequeno laboratório de petrografia e sem nos referirmos ao complexo apoio logístico necessário.

Em 30 de junho de 1968, após um período de planejamento, foi iniciada a primeira sondagem do PROJETO POTÁSSIO (PKC-3) nas proximidades da localidade Taquari.

Já nos primeiros furos foi confirmada a presença de sais predominantemente magnesianos, com a descoberta de espessas e homogêneas camadas de taquidrita - sal duplo de magnésio e cálcio.

Em junho de 1969, com a conclusão do furo PKC-26 foi finalizada a campanha de sondagem que totalizou 23.418 m (vinte e três mil, quatrocentos e dezoito metros) em 25 (vinte e cinco) locações nas áreas de Vassouras, Taquari, Jurema, Miranda, Santa Rosa de Lima e Siriri.

Em 19 de maio de 1970, o Chefe do PROJETO POTÁSSIO apresentou ao Diretor-Geral do DNPM o seu Relatório Final.

Já em 15 de agosto de 1969, o Presidente da República autorizou (Decreto-Lei nº 764) a constituição da COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM cujos objetivos são, entre outros, estimular o descobrimento e intensificar o aproveitamento dos recursos minerais, orientar, incentivar e cooperar - com a iniciativa privada na pesquisa e em estudos destinados ao aproveitamento dos recursos minerais; suplementar a iniciativa privada, em ação estritamente limitada ao campo da pesquisa mineral, e dar apoio administrativo e técnico aos órgãos da administração direta do Ministério das Minas e Energia.

Pelo Decreto nº 66.455, de 15 de abril de 1970, o Presidente da República dispôs sobre os resultados das pesquisas na área declarada Reserva Nacional. Assim, na forma legal, foram incorporados como integralização de parte do capital da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, subscrito pela União, os resultados das pesquisas realizadas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral. Esses resultados, após a incorporação, seriam objeto de licitação pública, nas condições estabelecidas pela CPRM, de acordo com o Decreto-Lei de sua constituição.

Devemos adiantar que as propostas recebidas, em decorrência da primeira licitação pública, não atenderam aos requisitos fixados pela CPRM.



Em 1970, a Companhia de Pesquisa de Recursos Mi  
nerais - CPRM, que continuava examinando o PROJETO POTÁSSIO, fez  
novos estudos de detalhe na Área de Reserva Nacional, bem como  
das recentes informações de sub-superfície obtidas pela PETRO  
BRÁS a interpretação de tais elementos permitiu definir como sen  
do de interesse nacional a incorporação de algumas áreas limítro  
fes, portadoras de depósitos salíferos à citada área para garan  
tir o sucesso de dar ao País uma indústria de porte para Fertilizantes de Potássio.

Tais estudos levaram a CPRM a efetivar 29 pedi  
dos de pesquisa para Potássio e Sal-gema ao DNPM. Realizadas tais  
pesquisas, a CPRM apresentou os competentes Relatórios em junho  
de 1972, sendo os mesmos aprovados por despacho do Diretor Geral  
do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, em 23 de  
agosto do mesmo ano. Após a aprovação dos mencionados Relatórios,  
as referidas áreas passaram a ser consideradas como parte inte  
grante da Reserva Nacional.

Devidamente reexaminada a questão, uma segunda  
licitação foi realizada em 30 de novembro de 1972, visando obter  
o equacionamento técnico-econômico do problema, compatível com  
sua magnitude e os superiores interesses do País.

Tal licitação culminou com a assinatura do Contrato de Promessa de Cessão de Direitos entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e a Kalium Mineração S.A., em 20 de dezembro de 1972.

A Kalium Mineração S.A. faz parte do GRUPO LUME, conglomerado empresarial que se originou nesta cidade.

#### 4.2 - Situação Geográfica e Sumário Geológico

Os depósitos salíferos da Área de Reserva Nacional e Região Adjacente localizam-se na bacia sedimentar cretácica de Sergipe, a qual está parcialmente representada no mapa de situação (Anexo 5). Na realidade são várias pequenas bacias que se interconectavam na época pretérita de deposição destes mesmos sais. A bacia evaporítica interiorana, por possuir as melhores condições geológico-estruturais, foi a escolhida quando da delimitação da Área de Reserva Nacional, sendo também nela efetuados os trabalhos de pesquisa do PROJETO POTÁSSIO e da CPRM, na Região Adjacente. No mapa político ela abrange os municípios sergi<sup>panos</sup>panos de Japaratuba, Carmópolis, Capela, Rosário do Catete, Muruim, Siriri, Divina Pastora, Santa Rosa de Lima e Malhador.

A bacia de sais solúveis da Reserva Nacional e

Região Adjacente, também sob o ponto de vista geológico-estrutural, foi subdividida em três áreas: TAQUARI-VASSOURAS, SANTA ROSA DE LIMA e BAIXO DO JAPARATUBA. As reservas distam de Aracaju cerca de 30 km. A área Taquari-Vassouras é cortada pela rodovia asfaltada BR-101 e por estrada de ferro.

A bacia sedimentar cretácica de Sergipe é constituída por uma sequência transicional e marinha de rochas sedimentares, sobreposta disconcordante a formações continentais e sotopostas aos sedimentos, também continentais, da Formação Barreiras.

Os sedimentos transicionais e marinhos estão representados pelas Formações Muribeca e Riachuelo, esquematizadas no Anexo 6.

Nesta palestra interessa-nos particularmente o Membro Ibura da Formação Muribeca, o qual dá nome à sequência de salgema, sais de potássio e magnésio existentes na área de Reserva Nacional e Região Adjacente.

A base das camadas de sais está a profundidades variáveis, com relação ao nível do mar, de 250 m em Siririzinho até mais de 1.100 m a leste e oeste de Santa Rosa de Lima.

Fundamentalmente, a sequência salina, econômica

mente explorável, é constituída por três tipos de sais - de Potássio, Magnésio e Sódio.

Os sais de potássio foram identificados como Silvinita (mistura de cloreto de potássio e sódio) e Carnalita (cloreto duplo de potássio e magnésio).

Os de magnésio encontrados são a Taquidrita (cloreto duplo de magnésio e cálcio) e a Carnalita, já referida.

O Salgema (sal de rocha ou cloreto de sódio) representa os sais de sódio.

No Anexo 7 podem ser observados os produtos e subprodutos dos sais referidos. Entre outras utilizações, o Salgema é matéria prima básica para a indústria de soda cáustica e barrilha (hidróxido de sódio) (carbonato de sódio) a Silvinita e a Carnalita são fontes do cloreto de potássio, insumo fundamental para a indústria de fertilizantes juntamente com compostos de nitrogênio e fósforo; da Taquidrita, como da carnalita, pode-se obter o cloreto de magnésio, e daí o magnésio metálico. Entre os subprodutos podem ser referidos o hidróxido ou óxido de magnésio (indústria de refratários), o cloreto de cálcio, o cloreto de sódio, o bromo e outros elementos menores.

De modo sumário, é a seguinte a ocorrência e

distribuição dos sais:

A Silvinita ocorre em camadas, com espessura média de 5 metros. Na área de Taquari-Vassouras foram identificadas duas zonas principais deste mineral. A superior é constituída por dois horizontes separados por fina camada de salgema. A inferior distribui-se por área mais extensa e está sobreposta a um espesso pacote de Taquidrita. Na área de Santa Rosa de Lima, entre várias camadas, a principal ocorre junto ao topo da sequência salina.

A Carnalita aparece como camadas intercaladas em salgema, variando sua espessura de alguns centímetros a mais de 30 metros.

Por sua vez, a Taquidrita ocorre em duas possantes zonas, com espessuras médias entre 20 e 50 metros. Localmente, a zona superior chega a atingir uma espessura máxima de 100 metros.

O Sal-gema é encontrado em diversas seções e camadas bastante amplas, podendo estar intercalado com folhelhos e anidritas.

Análises químicas revelaram a presença, na sequência salina, de vários elementos chamados traços ou menores. Assim foi constatada a presença de Irídio, Césio, Paládio, Ródio, Ru

tênio, Ouro e Platina. Esses elementos aparecem com teores que não devem ser considerados, de per si, como econômicos. Pesquisas posteriores poderão no entanto concluir sobre a possibilidade de seu aproveitamento integrado.

#### 4.3 - Reservas

Um dos objetivos do PROJETO POTÁSSIO foi delimitar e avaliar as reservas dos vários minerais existentes na Área de Reserva Nacional.

Com o programa de sondagem, execução de perfis elétricos e radiométricos e testemunhagem da sequência de sais solúveis, foram obtidos elementos elucidativos que, analisados - adequadamente, possibilitaram o cálculo das reservas da área previamente delimitada.

Tanto em Taquari-Vassouras como em Santa Rosa de Lima foram constatadas ocorrências de Silvinita, Carnalita, Taquidrita e Sal-gema. Já nas áreas Adjacentes não foram detectadas ocorrências de Silvinita e Taquidrita com alguma expressão econômica.

No Anexo 8 e 9 estão sumariamente citadas as reservas "in situ" para cada mineral nas áreas referidas.

Considerando a experiência internacional em la  
 vra de depósitos semelhantes e pressupondo condições em Sergipe  
 que circunscrevem razoáveis limites de segurança, pode-se ado  
 tar 20% como sendo a recuperação total possível das reservas  
 "in situ", sendo tal cálculo também incluído no Anexo 8.

Na área de Taquari-Vassouras, as reservas apro  
 ximadamente são:

- Silvinita: 425 milhões de toneladas
- Carnalita: 6.000 milhões de toneladas
- Taquidrita: 4.000 milhões de toneladas
- Salgema : 4.500 milhões de toneladas

A reserva da área de Santa Rosa de Lima apresen  
 ta os seguintes valores:

- Silvinita: 100 milhões de toneladas
- Carnalita: 350 milhões de toneladas
- Taquidrita: 500 milhões de toneladas
- Salgema : 9.000 milhões de toneladas

Na Região Adjacente à Área da Reserva foram cal  
 culadas os seguintes valores:

- Carnalita: 6.910 milhões de toneladas
- Salgema : 6.167 milhões de toneladas

os quais podem ser vistos no Anexo 9.

Deve-se observar que os números citados não representam a potencialidade total da área, pois algumas camadas, devido às suas posições relativas, profundidades e espessuras médias, não são ainda consideradas econômicas a não ser que nova tecnologia possa ser aplicada, pois os custos de lavra podem não permitir, nas condições atualmente vigentes, competição com os preços internacionais.

A totalização das reservas, das duas áreas, é a seguinte:

- Silvinita: 525 milhões de toneladas
- Carnalita: 13.260 milhões de toneladas
- Taquidrita: 4.500 milhões de toneladas
- Salgema : 19.667 milhões de toneladas

Das reservas assim consideradas, isto é, das reservas jacentes em profundidade, somente uma pequena parte é realmente aproveitável. Por sua vez, a mineração, tanto subterrânea como por solução, não pode contemplar o aproveitamento integral das camadas selecionadas, isto é, as mais espessas, as melhores situadas e as que têm melhor qualidade. Dependendo das técnicas a serem empregadas, não serão passíveis de recuperação frações ponderáveis de cada camada, objetivando evitar desabamentos que prejudicariam a própria segurança da extração.



Não havendo, no momento, uma seleção definitiva dos métodos de lavra a serem empregados nas reservas potenciais, torna-se um tanto aleatória a fixação de um índice global de recuperação dos depósitos identificados e avaliados em Sergipe. Entretanto, com o objetivo de obter-se uma idéia das reservas recuperáveis, o referido índice foi aqui estimado em 20%. Este indice poderá variar, dependendo das técnicas a serem empregadas e do desenvolvimento da tecnologia. O aumento do preço de venda do produto mineral também poderá fazer com que reservas, consideradas atualmente como antieconômicas, possam ser lavradas com rentabilidade.

Um programa feliz de exploração mineral, sob condições competitivas modernas, requer um compromisso de longo prazo, no qual os fatores de risco, geologia, política e economia, para a região selecionada ou para o mineral visado, tenham sido totalmente investigados.

Ao avaliar o lucro potencial versus o risco, deve ser considerada a evidência de que as maiores perdas financeiras não estão na exploração, mas no abandono de uma operação mineira que não traz lucros, depois do investimento de grande capital em investigação geológica incompleta.

Ressalte-se, assim, uma complexidade de fatores,

que faz com que cada depósito mineral se constitua num desafio isolado, obrigando a aplicação de um método ou de um sistema ótimo de métodos para recuperar valores ali contidos e necessários ao bem estar da humanidade.

Aplicando-se, pois, o índice de recuperação, estimado em 20%, as reservas extraíveis em Sergipe seriam:

ÁREA DE TAQUARI-VASSOURAS

Reservas Recuperáveis

Mineral	EM MILHÕES DE TONELADAS					
	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	Bromo	Salgema
<u>Silvinita</u>	20	31	-	-	-	-
<u>Carnalita</u>	100	160	50	190	3	-
<u>Taquidrita</u>	-	-	60	240	2	-
<u>Salgema</u>	-	-	-	-	-	800
Totais	120	191	110	430	5	800

ÁREA DE SANTA ROSA DE LIMA

Reservas Recuperáveis

Mineral	EM MILHÕES DE TONELADAS					
	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	Bromo	Salgema
<u>Silvinita</u>	5	8	-	-	-	-
<u>Carnalita</u>	5	9	3	11	0,2	-
<u>Taquadrita</u>	-	-	7	29	0,3	-
<u>Salgema</u>	-	-	-	-	-	1.800
Totais	10	17	10	40	0,5	1.800

REGIÃO ADJACENTE À RESERVA NACIONAL

Reservas Recuperáveis

Mineral	EM MILHÕES DE TONELADAS					
	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	Bromo	Salgema
<u>Carnalita</u>	110	174	50	190	3	-
<u>Salgema</u>	-	-	-	-	-	1.230
Totais	110	174	50	190	3	1.230

TOTAL DA RESERVA NACIONAL E REGIÃO ADJACENTEReservas Recuperáveis

Mineral	EM MILHÕES DE TONELADAS					
	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	Bromo	Salgema
<u>Silvinita</u>	25	39	-	-	-	-
<u>Carnalita</u>	215	343	103	301	6,2	-
<u>Taquidrita</u>	-	-	67	269	2,3	-
<u>Salgema</u>	-	-	-	-	-	2.600
Totais	240	382	170	660	8,5	3.830

4.4 - Mineração - Opções

Para a importantíssima definição dos métodos de lavra que deverão ser adotados e desenvolvidos numa jazida mineral, foi visto anteriormente que, entre vários fatores, devem ser amplamente considerados os de ordem geológica, tais como o posicionamento da fração útil, a natureza e características físico-químicas de seus constituintes, bem como das impurezas que tornem o minério menos rico ou que possam afetar o seu próprio aproveitamento. A quantificação das reservas, a definição de seus teores e a posição geográfica da jazida, que influem diretamente

sobre as condições de transporte, infraestrutura e disposição de rejeitos, são também fatores importantíssimos a serem considerados.

Na fase de desenvolvimento da jazida, a qual - procede a lavra, é necessário estabelecer corretamente os detalhes imprescindíveis das especificações do plano aproveitamento da jazida. Deverão ser obtidas informações suficientes sôbre o comportamento do teto e piso das galerias, a possível existência de gases, a temperatura provável do subsolo, e outros requisitos que, caso não sejam convenientemente considerados no julgamento, poderão afetar a segurança do desenvolvimento dos trabalhos mineiros e a economicidade do empreendimento. Por melhor que seja a execução da fase de pesquisa, as jazidas subterrâneas não prescindem dos trabalhos preparatórios e de desenvolvimento, onde, em escala piloto, são testados os métodos e feitas as alterações necessárias.

Para os sais subjacentes, na área de Reserva Nacional em Sergipe, são preconizados dois métodos de lavras. Cada método, por sua vez, comporta múltiplas variações, as quais dependem, entre outras, das seguintes variáveis: natureza dos minerais; profundidade; disposição estrutural; espessuras; e comportamento mecânico do minério e suas encaixantes.

Os dois métodos referidos são os de Lavra Subterrânea Convencional e o de Lavra por Solução.

Utilizando o Método de Lavra Subterrânea pelo sistema de câmaras e pilares, e de acordo com o condicionamento existente nos evaporitos da Reserva Nacional, e Região Adjacente torna-se necessário, primeiramente, executar a abertura de pelo menos um poço (shaft), o qual consiste numa escavação com diâmetro aproximado de sete metros até uma profundidade da ordem de setecentos metros. Esse poço permitiria o acesso às camadas de interesse à lavra, dando condições para que a partir dele fossem desenvolvidas galerias, aproximadamente horizontais, de onde seria extraído o minério através de equipamento mecânico. O poço daria também condições para a movimentação do pessoal, equipamentos e materiais, permitiria levar as galerias condutos de luz e força, bem como transportar até a superfície o próprio minério desmontado nas frentes de trabalho.

Na escavação do poço (shaft), as condições hidrodinâmicas dos horizontes a serem atravessados deveriam exigir congelamento artificial e posterior revestimento. O dimensionamento das câmaras e pilares, por outro lado, pode sofrer a influência da natureza das camadas imediatamente sotopostas ou superpostas, função, principalmente, do comportamento mecânico

das rochas.

Portanto, para a fase do desenvolvimento das camadas de Silvinita (minério de potássio) que seriam lavrados pelo método subterrâneo, haveria, em princípio, a necessidade de se efetuar sondagens adicionais, a perfuração de um poço (shaft) e a abertura de aproximadamente 10.000 metros de galerias. O investimento estimado para essa fase seria da ordem de quinze milhões de dólares, sendo, no caso, computado o valor da fase imediatamente anterior, isto é, a da pesquisa.

A implantação de uma usina com a capacidade de produção de 300 mil toneladas/ano de  $K_2O$ , é estimado em mais de 80 milhões de dólares.

Considerando que a instalação definitiva da mina exigiria um investimento adicional da ordem de 30 milhões de dólares, seria necessário um capital, até o início da operação plena do complexo mina-superfície, de aproximadamente 125 milhões de dólares. Deve-se notar que este investimento seria o necessário somente para minerar pelo método subterrâneo convencional parte das reservas de Silvinita, tratar o minério obtido e produzir 300 mil toneladas de  $K_2O$ /ano.

O Método de Lavra por Solução consiste na perfu

ração de poços tubares com sondas rotativas, até a zona minera  
vel. Através dessas perfurações tubulares são levadas até o ho  
rizonte de interesse duas a três linhas de tubos com diâmetros  
compatíveis no espaço anular entre as tubulações, e o revesti  
mento do poço é circulado óleo. Um dos tubos é utilizado para a  
injeção de água doce e o outro para extração da salmoura resul  
tante da dissolução dos sais solúveis pela água, previamente in  
jetada. O terceiro tubo pode ser usado para medidas de fundo de  
poço.

A salmoura obtida por esse processo deixa em  
profundidade uma cavidade incipiente. A tendência da água doce  
é dissolver os sais solúveis na direção vertical, originando -  
uma cavidade cilíndrica de diâmetro estreito e de grande dimen  
são vertical. Havendo necessidade de aproveitamento dos sais  
existentes na dimensão horizontal, utiliza-se a chamada " solu  
ção controlada", através da utilização de nível de fluido menos  
denso que a água.

Esse fluido flutua na parte superior da cavida  
de, envolvendo seu teto, e, evitando a dissolução dos sais nes  
se local, ela cresce obrigatoriamente no seu sentido lateral. A  
cavidade deve sempre ser conservada cheia de salmoura com o ob  
jetivo de proteger o seu teto. Em razão da dissolução lenta dos



sais, com o objetivo de produzir salmouras com concentração ope  
racional, a taxa de circulação (injeção/extração) deverá ser man  
tida: A grande dificuldade do sistema é fixar o diâmetro " criti  
co" da cavidade do qual depende a economicidade e a segurança o  
peracional do processo. O controle vertical da dimensão da cavi  
dade é feito pela manipulação vertical dos tubos e retirada do  
nível do fluido existente. Normalmente, a vida operacional de ca  
da furo varia de 9 (nove) a 18 (dezoito meses), devendo a produ  
ção poço/ano atingir cerca de 100 mil toneladas de  $K_2O$ .

5.0 - PERSPECTIVAS

Enquanto a mineração mundial tem crescido, em valor, a uma taxa anual de 3%, brasileira, a partir de 1967, cresceu a taxas superiores a 10%: 11% em 1968, 19% em 1969, 24% em 1970 e 12% em 1971.

Estamos começando a colher os frutos das medidas implantadas desde 1964, dentre as quais destacamos: reestruturação do Ministério das Minas e Energia; criação do Fundo Nacional de Mineração; elaboração do Plano Mestre Decenal; descentralização do DNPM em 6 órgãos periféricos; alteração do preceito constitucional do regime de exploração e aproveitamento das substâncias minerais, que resultou na promulgação do novo Código de Mineração e sua regulamentação; criação do Grupo Executivo das Indústrias de Mineração - GEIMI; vinculação da parcela destinada ao incremento da pesquisa e do ensino de nível superior, no campo das geociências, referente à metade da indenização devida pela Petrobrás à União, quota relativa ao petróleo extraído da plataforma continental, recursos esses aplicados através do Conselho Consultivo do Programa de Geociências (MEC-IGG), e a outra metade incorporada ao Fundo Nacional de Mineração, administrado pelo DNPM; alteração da incidência do IUM, estabelecendo alíquotas variáveis para cada classe mineral; destinação específi

ca à CPRE dos dividendos da CVRD, devidos à União, para aplicação nos campos do financiamento à pesquisa mineral (80%) e projetos de beneficiamento de minérios (20%); atribuição à CHEN de 1% do Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos e elevação, de 0,3% a 1,3%, da parcela atribuída ao DNPM; concessão de incentivos fiscais às empresas de mineração através do Decreto-Lei nº 1096, de 23.03.970, que estabelece cotas de exaustão; fixação de normas reguladoras para assistência financeira à pesquisa mineral; criação do Plano de Formação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior do DNPM-PLANFAP; medidas destinadas a incrementar a exportação de minerais abundantes elaborados e concessão de financiamento especial a investimentos na produção dos seguintes minerais carentes: carvão coqueificável, minerais de cobre, zinco, níquel, enxofre, fósforo, potássio e sódio; culminando com a Lei Nº 5.834, de 5 de dezembro de 1972, através da qual o Governo se compromete a indenizar as despesas com trabalhos de geologia e engenharia de minas, destinadas à definição e à verificação da viabilidade de exploração de jazidas de oito grupos de minerais carentes. A indenização só será concedida à Empresa de Mineração em que o capital nacional seja majoritário. O montante da mesma poderá alcançar até 7 milhões de cruzeiros para cada projeto e os minerais con-

templados são os citados acima.

A maioria das medidas aqui alinhadas se constitui em aberturas de idéias de responsabilidade do ilustre Ministro Antônio Dias Leite Junior, economista mineral de escol, a quem a classe geológica e o destino mineral deste País tanto ficam a dever.

É com esta constelação de medidas que o Governo Brasileiro vem procurando posicionar e incentivar os nossos mineradores e grupos empresariais para vencermos cada degrau da nossa ascensão mineira que certamente culminará no alinhamento do Brasil junto às grandes potências do mundo, ainda nesta década.

Nota-se hoje em dia que o Governo está conscientizado e procurando fazer o mesmo com o setor privado que podem representar os recursos minerais na escalada do progresso econômico em que estamos empenhados. Por isso, vem enviando esforços na adoção de algumas outras medidas preconizadas por estudiosos do setor mineral, dentre as quais as principais seriam:

- 1 - Necessidade de um investimento global em mineração, neste decênio, de três bilhões de dólares, capaz de

abrir 400 minas novas e desenvolver as já existentes, objetivando a que a produção mineral do País ultrapasse a 1 bilhão de dólares anuais;

- 2 - Aplicar, nesse período, em trabalhos preparatórios de pré-investimento - reconhecimento mineral, prospecção e pesquisa - 250 milhões de dólares;
- 3 - Emissão acima de 5.000 alvarás de pesquisa, conducentes a este total de minas, e
- 4 - Reforma total do ensino das ciências geológicas, para adaptá-lo à situação descrita, bem como o treinamento e a especialização dos profissionais aos elevados objetivos da plena utilização dos bens minerais.

Voltando ao caso específico dos evaporitos de Sergipe, o Contrato assinado entre a CPRM e a Kalium Mineração S.A. prevê um prazo de 18 meses para esta última equacionar todos os parâmetros que condicionam o planejamento dos trabalhos de implantação da mina e das instalações de superfície, inclusive beneficiamento e transporte, tais como construções, abertura de poços e/ou galerias, equipamentos fixos e móveis, suprimento de água e energia, etc. A Kalium Mineração S.A. poderá, a qualquer tempo, até o prazo máximo de 18 meses, contados a partir de

20/12/72, data da assinatura do Contrato da Promessa de Cessão de Direitos, renunciar aos direitos nele referidos.

Após os 18 meses, caso comprovada a viabilidade do empreendimento, a CPMI e a Kalium assinarão o Contrato de Cessão de Direitos. Após assinado este último, terá 6 meses para apresentar o plano de implantação do complexo industrial e deverá requerer junto ao DNPM a concessão de lavra.

A partir da assinatura do Contrato de Cessão de Direitos, a Kalium e seus associados (inclusive a Petroquisa S.A., com o mínimo de 26% do capital) terão 48 meses para instalações de lavra e beneficiamento, tudo equipado para uma produção anual de produtos comercializáveis equivalentes a 300 mil toneladas métricas de  $K_2O$  contido. No prazo de 54 meses, a partir da mesma data do Contrato, deverão produzir a tonelagem acima e, nos 4 anos seguintes, a produção anual não poderá ser inferior a 300 mil toneladas.

Esperamos que a Kalium Mineração S.A. e seus associados utilizem intensamente as referidas reservas minerais, iniciando a grande batalha pela conquista de nosso subsolo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encerrando estas palavras permitimo-nos transcrever as considerações finais do Diretor de Operações da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Francisco Moacyr de Vasconcellos, na sua brilhante conferência no I Ciclo de Estudos Sobre o Aproveitamento dos Recursos Minerais de Sergipe, em abril de 1972.

A análise integrada das atuais conjunturas internacional e nacional, com suas projeções, servindo de suporte às decisões fundamentais que irão presidir a utilização dos evaporitos de Sergipe, permite algumas colocações que julgamos importante resumir neste final de palestra:

1. O mercado internacional para sais de potássio é, no momento, francamente de oferta, estando o Canadá produzindo apenas cerca de 50% da sua capacidade efetivamente instalada. Esta situação deverá persistir até pelo menos 1975, segundo analistas minerais. Os baixos preços internacionais para o potássio não invalidam o equacionamento de uma solução doméstica para o problema, pois a demanda cativa no Brasil justifica plenamente, pelo seu volume, a implantação dessa indústria,

- momento em termos de segurança interna;
2. Os preços atualmente vigentes parecem tender a uma estabilização, até 1975, permitindo a colocação da tonelada de "grade standard" (60% de  $K_2O$ ), CIF-SANTOS, a US\$ 40.00;
  3. É possível, à luz dos dados disponíveis, esperar uma solução razoável para os problemas de produção e transporte do produto, dentro de limites que ensejem ao País obter condições competitivas de venda a outros mercados, principalmente o latino americano;
  4. O mercado brasileiro, por sua vez, já é bastante significativo, permitindo ainda neste década, mesmo sem projeções otimistas, esperar uma demanda de pelo menos 500.000 t/ano de  $K_2O$ , o que assegura viabilidade econômica ao projeto face à ponderabilidade do mercado cativo;
  5. As dimensões das reservas de potássio, e principalmente de magnésio, desde que as tecnologias existentes ou em desenvolvimento possam ser aplicadas com pleno sucesso e que sejam resolvidos satisfatoriamente os problemas de transporte e custo de energia elétrica, podem fazer das mesmas, além de base para implantação de indústrias químicas e metalúrgicas de



importância capital no progresso econômico de nosso País, uma expressiva fonte de divisas, oriundas do solo sergipano;

6. O investimento na mineração dos sais de Sergipe, além de permitir a produção de potássio, possibilitaria o aproveitamento de magnésio, de bromo, de salgema e, talvez, até de metais nobres e/ou raros;
7. A continuação pura e simples das importações de potássio, ainda que a preços aviltados, vigentes no mercado internacional, não traria benefícios a médio prazo, pois o País teria perdido a excelente oportunidade de incorporar, ao seu processo produtivo, um elenco de bens minerais da maior importância ao seu desenvolvimento;
8. Portanto, o aproveitamento industrial dos importantes depósitos ocorrentes em Sergipe é, em última análise, um fator de progresso regional e nacional, um sustentáculo do livre desenvolvimento de uma economia agrícola e industrial e, principalmente, um imperativo de Segurança Nacional;
9. Consoante este posicionamento todos os esforços foram e estão sendo envidados pela C.P.R.N. no atendimento à política consubstanciada no Plano de Metas do Governo Federal, que a-

tribuiu prioridade à pesquisa e ao aproveitamento dos depósitos potássicos de Sergipe;

10. Em conclusão, gostaríamos de salientar que, estudando, ponderando, analisando e sopesando todos os interesses nacionais envolvidos no equacionamento desse problema de Sergipe, estamos também trilhando o caminho delineado pelo Presidente Médici quando afirmou: "Na perspectiva sensata desse decênio dos anos 70 estará a resposta do povo brasileiro ao desafio de emergir de suas insuficiências sem mergulhar na escravidão".

Rio, Janeiro de 1973

BIBLIOGRAFIA

C.P.R.M. - Relatório de Pesquisa da Região Adjacente a Área da Reserva Nacional - Sais de Potássio e Salgema.

D.N.P.M. - Relatório Técnico do Projeto Potássio - Evaporitos de Sergipe.

VASCONCELLOS, Francisco Moacyr de - Potencialidade da Área da Reserva Nacional, Sergipe - Conferência do I Ciclo de Estudos sobre o Aproveitamento dos Recursos Minerais de Sergipe, abril de 1972.

VASCONCELLOS, Francisco Moacyr de - Perspectivas do Setor Mineral no Brasil - Conferência do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia, em novembro de 1972.

# FERTILIZANTES POTÁSSICOS

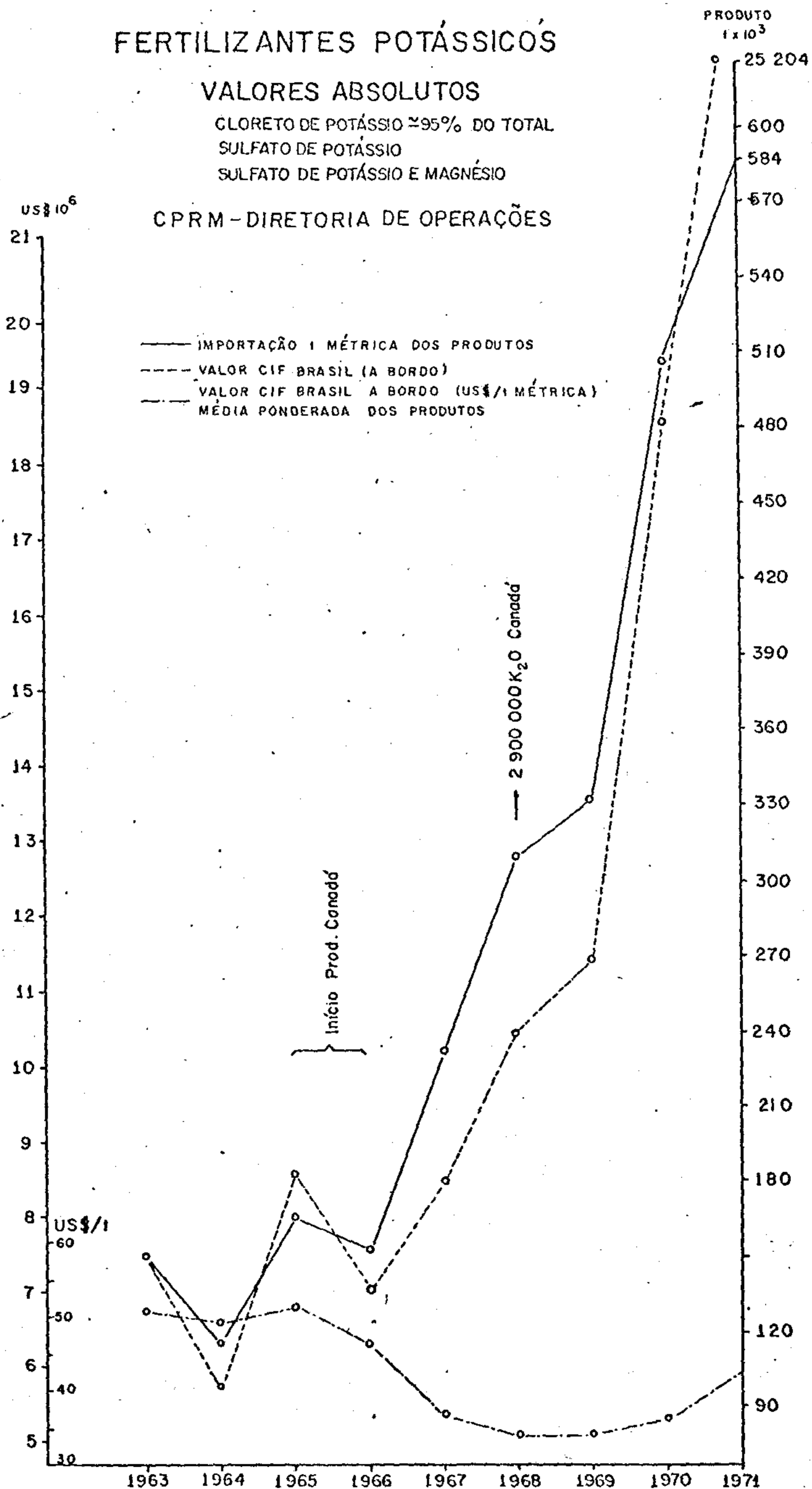
## VALORES ABSOLUTOS

CLORETO DE POTÁSSIO ≈ 95% DO TOTAL

SULFATO DE POTÁSSIO

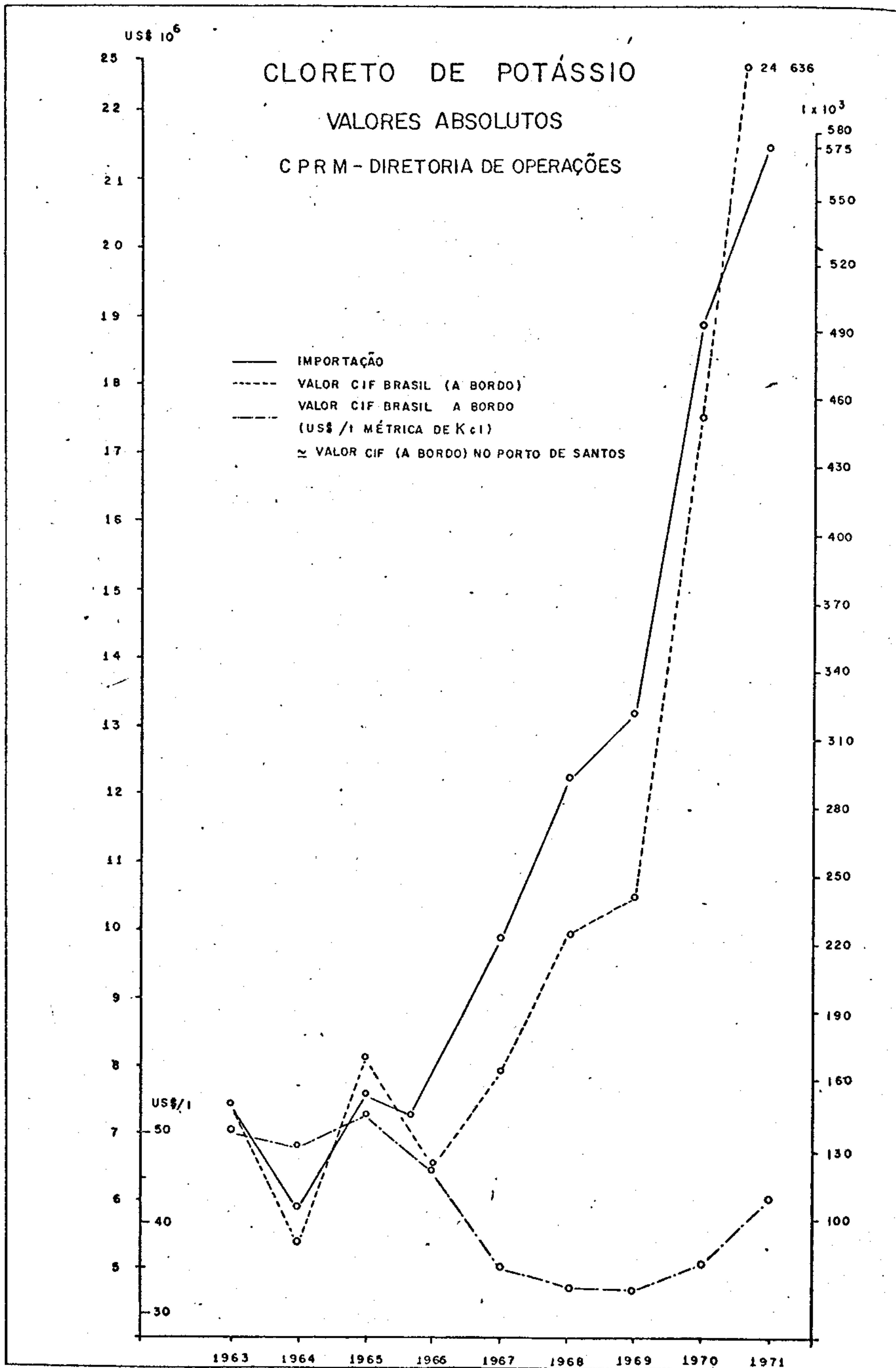
SULFATO DE POTÁSSIO E MAGNÉSIO

CPRM - DIRETORIA DE OPERAÇÕES



FONTE: COMÉRCIO EXTERIOR DO BRASIL - CACEX

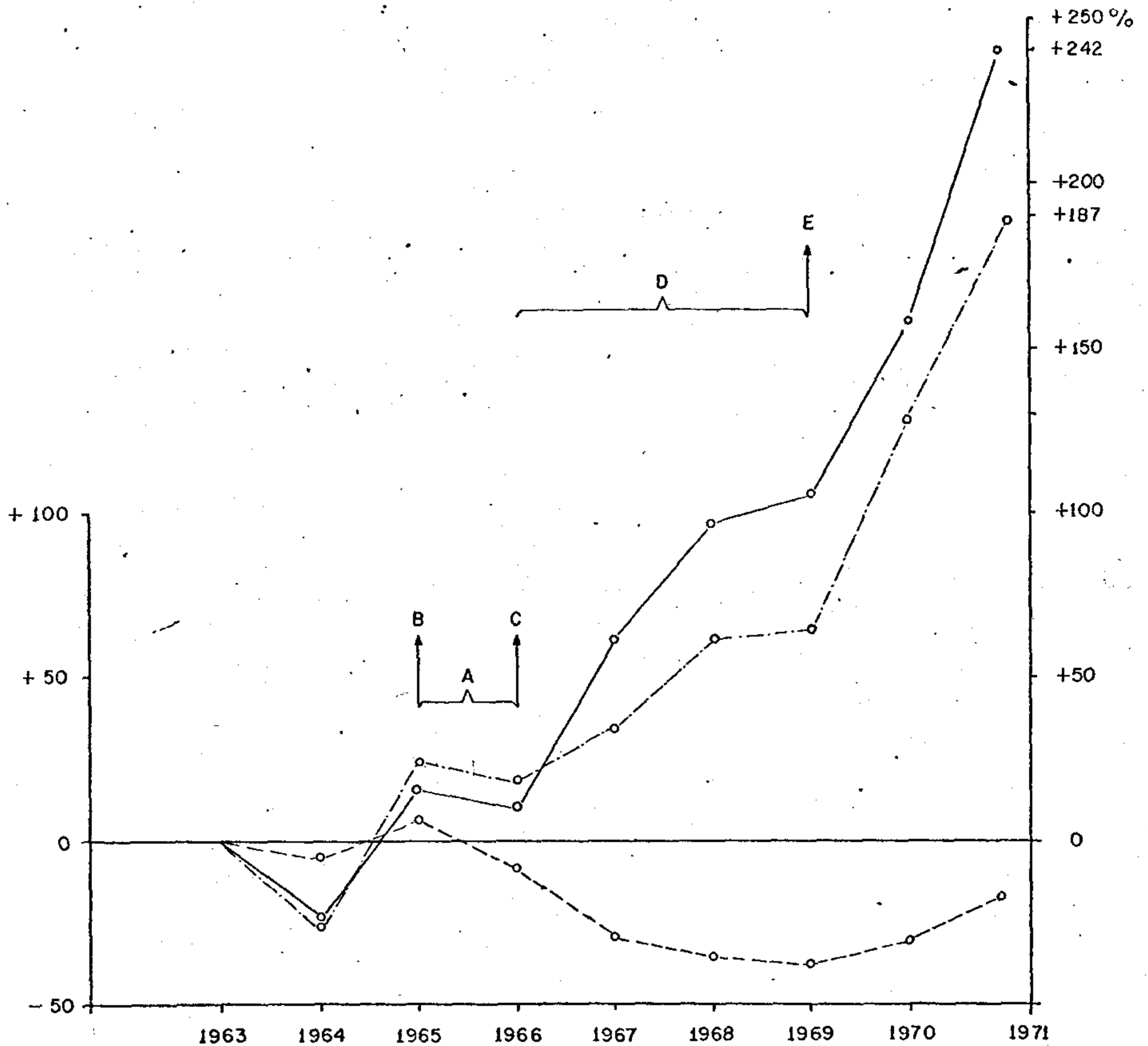
ANEXO 1



# FERTILIZANTES POTÁSSICOS

INCREMENTOS ANUAIS EM  $K_2O$

CPRM - DIRETORIA DE OPERAÇÕES



IMPORTAÇÃO BRASILEIRA  
VALOR CIF BRASIL EM US\$  
CUSTO UNITÁRIO EM US\$/T

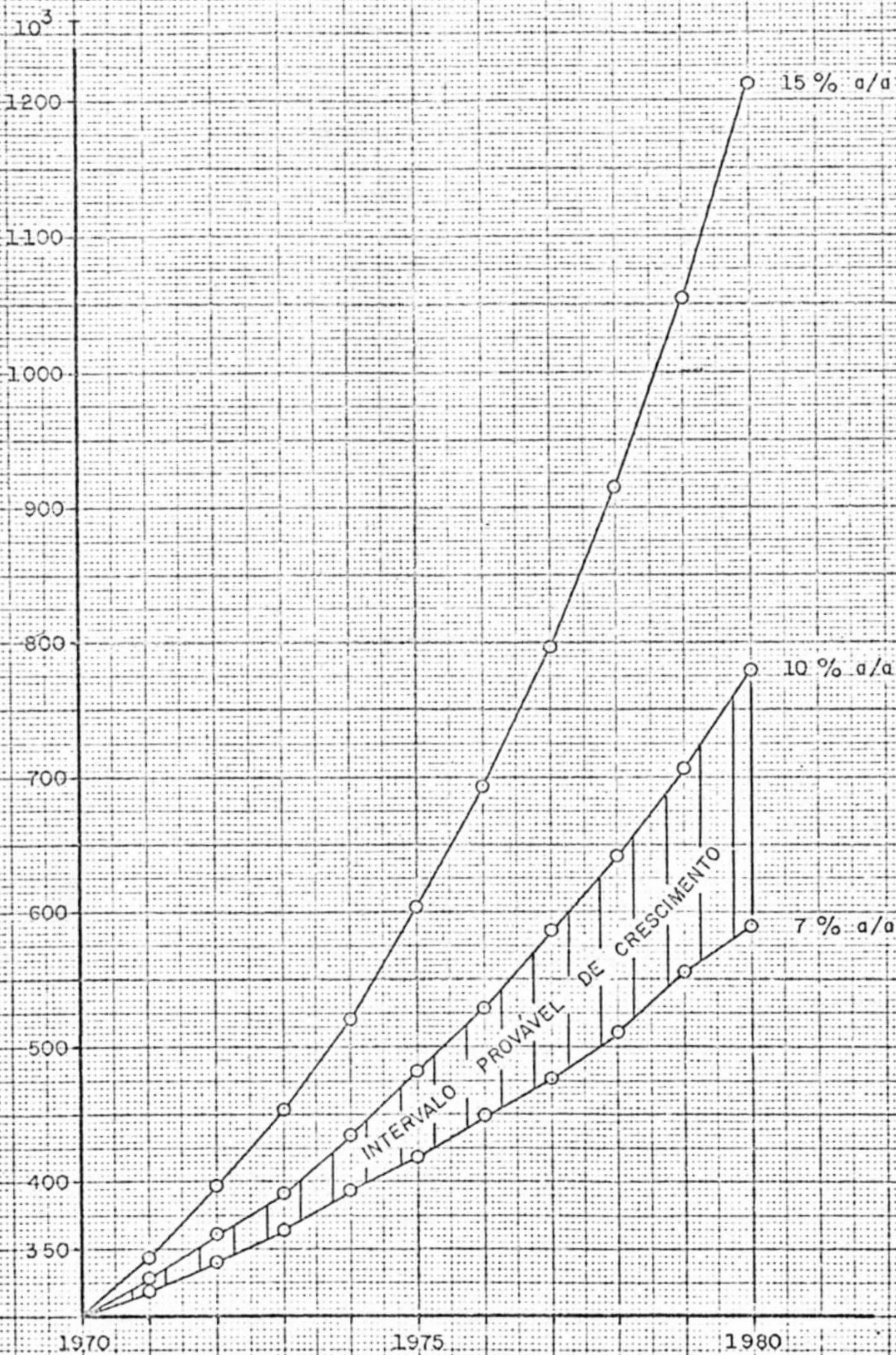
- A - INÍCIO DA PRODUÇÃO DO CANADÁ
- B - 1.500 000 T - CANADÁ
- C - 2 000 000 T - " "
- D - TENDÊNCIA AO ESTADO DE "DUMPING"
- E - 3 200 000 T - CANADÁ

# BRASIL — ESTIMATIVA DO CONSUMO DE FERTILIZANTES

1971 - 1980

Em 1000 T de  $K_2O$

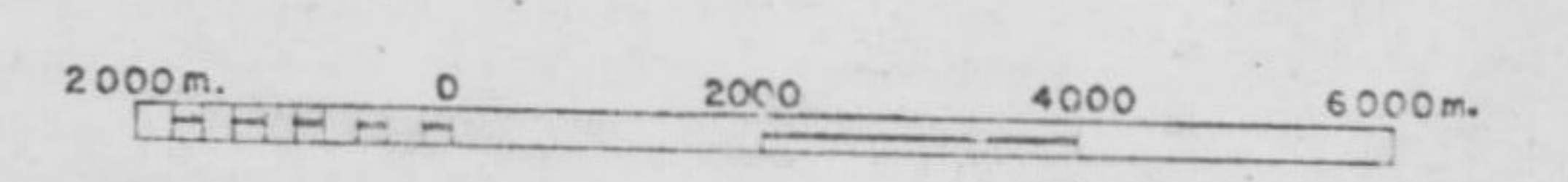
C.P.R.M. - DIRETORIA DE OPERAÇÕES





Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

MAPA DE SITUAÇÃO



ESCALA 1:100.000





COMPOSIÇÃO QUÍMICA E APROVEITAMENTO  
INDUSTRIAL DOS SAIS SOLÚVEIS DE  
SERGIPE

SAIS SOLÚVEIS	COMPOSIÇÃO QUÍMICA		PRODUTOS E SUB-PRODUTOS
<p>HALITA ou SALGEMA</p>	<p>NaCl</p>	<p>CLORETO DE SÓDIO</p>	<p>CLORETO DE SÓDIO</p>
<p>SILVITA</p>	<p>KCl</p>	<p>CLORETO DE POTÁSSIO</p>	<p>CLORETO DE POTÁSSIO</p>
<p>SILVINITA (ROCHA)</p>	<p>KCl/NaCl</p>	<p>MESCLA DE CRISTAIS DE CLORETO DE POTÁSSIO E DE CLORETO DE SÓDIO</p>	<p>CLORETO DE POTÁSSIO</p>
<p>CARNALITA (Ocorre Intercalado com Salgema)</p>	<p><math>KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O</math></p>	<p>Uma Molécula de Cloreto de Potássio Uma " " " Magnésio Seis Moléculas de Água</p>	<p>CLORETO DE POTÁSSIO CLORETO DE MAGNÉSIO</p> <p>Hidróxido ou Óxido de Magnésio Bromo e outros elementos Traços recuperáveis que houverem.</p>
<p>TAQUIDRITA</p>	<p><math>2MgCl_2 \cdot CaCl_2 \cdot 12H_2O</math></p>	<p>Duas Moléculas de Cloreto de Magnésio Uma Molécula de Cloreto de Cálcio Doze Moléculas de Água</p>	<p>CLORETO DE MAGNÉSIO</p> <p>Cloreto de Cálcio Hidróxido ou Óxido de Magnésio Bromo e outros elementos Traços, recuperáveis, que houverem.</p>



# RESERVAS NA ÁREA VASSOURAS-TAQUARI

## RESERVAS "IN SITU"

RESERVAS RECUPERÁVEIS (APPROXIMADAS)  
EM ORDEM DE GRANDEZA (ADMITINDO-SE 20% DE  
RECUPERAÇÃO)

		ÁREA SUPERFÍCIE Km <sup>2</sup>	ESPESSURAS MÉDIAS M	TEORES MÉDIOS %	MILHÕES DE TONELADAS								MILHÕES DE TONELADAS					
					SAL	EQUIVALENTES			EQUIVALENTES			BROMO	EQUIVALENTES		BROMO	SAL GEMA		
						K	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgO	MgCl <sub>2</sub>		K <sub>2</sub> O	KCl			Mg	MgCl <sub>2</sub>
SALGEMA	SUPERIOR	>30	=25	=93 NaCl	>1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800
	INFERIOR	>30	=50	=7 INSOLÚVEIS	>3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SILVINITA	SUPERIOR (2 ZONAS)	>30	6	24 K <sub>2</sub> O	>350	70	84	133	-	-	-	-	17	26	-	-	-	
	INFERIOR	>8	=5	20 K <sub>2</sub> O	>75	>12	>15	>23	-	-	-	-	3	5	-	-	-	
CARNALITA (LEITOS IMPUROS)	VÁRIOS LEITOS DE CARNALITA	60	60	=8 K <sub>2</sub> O =7 MgO	=6000	=400	=500	=800	240	400	950	15	100	160	50	190	3	
TAQUIDRITA	SUPERIOR e INFERIOR	50	50	=13% MgO	=4000	-	-	-	300	500	1200	10	-	-	60	240	2	
Parte das reservas estão incluídas nas faixas de protecção dos campos de petróleo de Carmópolis e Siririzinho					TOTAIS	480	600	950	540	900	2150	25	120	190	110	430	5	800
						K	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgO	MgCl <sub>2</sub>	BROMO	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	BROMO	SALGEMA

## ÁREA SANTA ROSA DE LIMA

SALGEMA	SUPERIOR	=30	=100	98 NaCl	6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800
	INFERIOR	=15	=100	95	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SILVINITA	CAMADA PRINCIPAL	>12	4	25	>100	21	25	40	-	-	-	-	5	8	-	-	-	
CARNALITA (LEITOS IMPUROS)	VÁRIOS LEITOS DE CARNALITA	=16	=13	=8 K <sub>2</sub> O =7 MgO	350	23	28	45	15	24	55	0,9	5	9	3	11	0,2	
TAQUIDRITA	SUPERIOR	=25	=12	=12 MgO	500	-	-	-	35	60	140	1,2	-	-	7	29	0,3	
					TOTAIS	44	53	85	50	84	=200	2	10	17	10	40	0,5	1800
						K	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgO	MgCl <sub>2</sub>	BROMO	K <sub>2</sub> O	KCl	Mg	MgCl <sub>2</sub>	BROMO	SALGEMA
TOTAL DAS DUAS ÁREAS						520	650	1030	590	980	2350	27	130	210	120	470	6	2600

**TOTALIZAÇÃO DAS RESERVAS DA REGIÃO  
ADJACENTE À ÁREA DE RESERVA NACIONAL**

REFERÊNCIA	RESERVAS DE SAIS DE POTÁSSIO-CARNALITA 10 <sup>6</sup> t					RESERVAS DE SALGEMA 10 <sup>6</sup> t			
	MEDIDA	EM K <sub>2</sub> O	INDICADA	EM K <sub>2</sub> O	INFERIDA	EM K <sub>2</sub> O	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
ÁREA de AaL (SUB-TOTAL)	541,2	52,43	1.323,3	129,88	—	—	1.337,6	2.006,4	99,7
ÁREA de MaP (SUB-TOTAL)	194,0	12,81	291,0	19,23	651,3	39,25	554,8	832,2	628,0
ÁREA de Id13 (SUB-TOTAL)	1.276,4	102,09	1.914,6	153,12	718,0	49,56	67,2	289,8	351,6
RESERVAS TOTAIS	2.011,6	167,53	3.528,9	302,23	1.369,3	88,81	1.959,6	3.128,4	1.079,3
TOTAIS GERAIS:	RESERVA DE CARNALITA : 6909,8 x 10 <sup>6</sup> EQUIVALENTE EM K <sub>2</sub> O CONTIDO: 558,43 x 10 <sup>6</sup> TONELADAS RESERVA DE SALGEMA : 6167,3 x 10 <sup>6</sup> TONELADAS								



# COLUNAS ESQUEMÁTICAS

## EVAPORITOS DE SERGIPE

ÁREA SANTA ROSA DE LIMA

ÁREA TAQUARI - VASSOURAS

